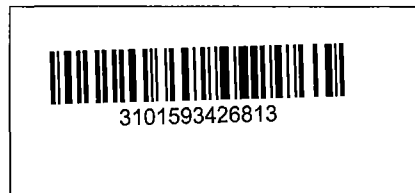




ИЗУМРУД СТУДЕНТ
И А Д А А Л Д А Л И С



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

М А Н Д Р Ы К И Н

Имя

А Л Е К С Е Й

Отчество

С Е Р Г Е Е В И Ч

Дата рождения

0 4 0 7 2 0 0 4

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

**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

АДА АЛ ЕД А.



3101593426813

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 | 50 | 47 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Балл члена жюри №2 | 50 | 47 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

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



Инвариантная часть

Дано

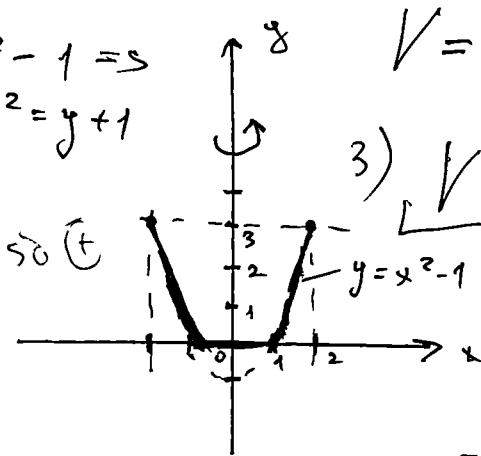
$$v_1 = 2 \frac{m^3}{\text{с}^2}$$

$$v_2(h) = h \frac{m^3}{\text{с}^2}$$

$$y = x^2 - 1$$

$$y = x^2 - 1 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow x^2 = y + 1$$



$$V = \pi \int (f(y))^2 dy$$

$$3) V = \pi \int_0^3 (y+1) dy =$$

$$= \pi \left(\frac{y^2}{2} + y \right) \Big|_0^3 =$$

$$= \pi \left(\frac{9}{2} + 3 \right) = \pi \cdot \frac{15}{2} = \frac{15\pi}{2} \approx 2356 \text{ м}^3$$

$$V = ?$$

$$t(h=2\text{м}) = ?$$

$$t(h=1\text{м}) = ?$$

$$1) \frac{dV}{dt} = v_1 - v_2(h) = 2 - h \quad (1) \quad \text{Полная скорость изменения объема}$$

Объем зависит от высоты h , высота будет зависеть от времени $\Rightarrow \frac{dV}{dt} = \frac{dV}{dh} \frac{dh}{dt} \quad (2)$

Выразим зависимость объема от высоты $V(h)$

$$V(h) = \pi \int_0^h (y+1) dy = \pi \left(\frac{y^2}{2} + y \right) \Big|_0^h = \pi \left(\frac{h^2}{2} + h \right)$$

$$\frac{dV}{dh} = \pi \left(\frac{2h}{2} + 1 \right) = \pi (h+1) \quad (3)$$

из (2) выразим $\frac{dh}{dt} \quad \frac{dh}{dt} = \frac{dV}{dt} / \frac{dV}{dh} \quad (4)$

(3), (1) \rightarrow (4) $\frac{dh}{dt} = \frac{2-h}{\pi(h+1)} \quad \text{Е.И.С.}$

Решаем ДУ методом разделения переменных

$$dt = \frac{\pi(h+1)}{2-h} dh$$

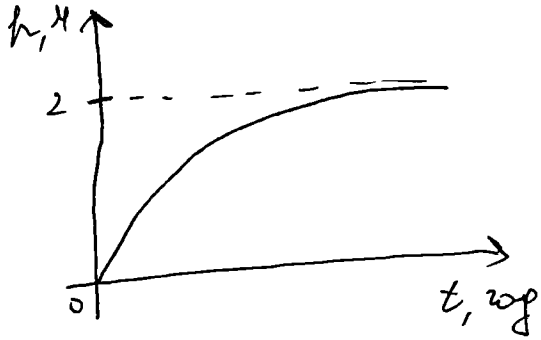
$$t = \int_0^h \frac{\pi(h+1)}{2-h} dh, \quad h \in [0, 2] \quad (5)$$

$$t = \pi \int_0^2 \frac{h+1}{2-h} dh = \left[\begin{array}{l} u = 2-h \\ h = 2-u \\ \frac{dh}{dh} = -du \end{array} \right] = \pi \int_2^0 \frac{2-u+1}{u} (-du) \quad \text{Е.И.С.}$$

$$\textcircled{=} \pi \int_0^2 \frac{3-u}{u} du = \pi (3 \ln|u| - u) \Big|_0^2 = \pi ((3 \ln 2) - 2) - (3 \ln 0 - 0)$$

- $\ln 0$ - не определен Расхождение Чашки кикозга
не наполняется до 2 и выше На ее наполнение
до 2-х и компенсирует текотекико много времени

⊕ 100



2) Возоблазуемая до-ош (5)

$$t = \pi \int_0^h \frac{h+1}{2-h} dh, \quad h \in [0, 1]$$

$$t = \pi \int_0^1 \frac{h+1}{2-h} dh = \left[\begin{array}{l} u = 2-h \\ t = 2-u \\ \frac{dh}{dh} = -du \end{array} \right] = \pi \int_1^2 \frac{3-u}{u} du = \pi ((3 \ln 2 - 2) - (3 \ln 1 - 1)) \approx 3,39 \text{ с}$$

⊕ 100

Ответ

1) ∞ , она кикозга не наполняется

2) 3,39 с

3) 23,56 м³

Бланк ответов

Вариантовый блок Физика

Идеальный газ - модель, основанная на 3-х принципах

- 1) Все тело - все состоит из частиц
- 2) Все частицы взаимодействуют друг с другом посредством \rightarrow абсолютно упругих столкновений \rightarrow
- 3) Все ~~от~~ ^{частицы} движутся хаотично

Идеальный газ подчиняется уравнению Менделеева - Клапейрона $PV = RT$ (для 1 моль)

Реальные газы имеют более Атомы и молекулы обладают собственными размерами. Так же действуют силы притяжения между молекулами ^{на дальних расстояниях}. Газ Ван-дер Ваальса вносит поправки в модель газа, как газ связанное с размерами молекул (коэф b) и силами притяжения между ними (коэф a). Уравнение в классическом виде записывается так

$$\left(P + \frac{a}{V_m^2}\right)(V_m - b) = RT, \quad V_m - \text{молярный объем.}$$

Выразим его через P $P = \frac{RT}{V_m - b} - \frac{a}{V_m^2}$ (1)

Для количественной оценки, разложим в ряд первое слагаемое

$\frac{1}{V_m - b}$ Попробуем сказать что $PV_m = RT$ в области низкого давления подчиняется ~~идеальному~~ идеальному газу. Отсюда

можно сказать, что V_m будет большим ~~числом~~, тк давление низкое, а температура остается постоянной \Rightarrow

$\Rightarrow V_m \gg b \Rightarrow \frac{b}{V_m} \ll 1$ Теперь можно разложить в ряд

$$\frac{1}{V_m - b} = \frac{1}{V_m} \left(\frac{1}{1 - \frac{b}{V_m}} \right) \approx \frac{1}{V_m} \left(1 + \frac{b}{V_m} + \frac{b^2}{V_m^2} + \dots + \frac{b^n}{V_m^n} \right)$$

Ограничения первого звена цепочки, тк остальные вносят новые поправки таким образом

$$\frac{1}{V_m - b} \approx \frac{1}{V_m} + \frac{b}{V_m^2} \quad (2)$$

$$(2) \rightarrow (1) \quad P = \frac{RT}{V_m} + \frac{bRT}{V_m^2} - \frac{a}{V_m^2} \quad | \quad \cdot \frac{V}{RT}$$

$$\frac{PV}{RT} = Z = 1 + \frac{b}{V_m} - \frac{a}{RTV_m}$$

Сделаем замену $V_m = \frac{RT}{P}$, тк b и a зависят от температуры, как правило, берем их как угловый

$$Z = 1 + \frac{bP}{RT} - \frac{aP}{(RT)^2} \quad (3)$$

Анализируя ур-е (3) можно указать, что если

1) $Z < 1$ будет преобладать сила притяжения между молекулами

2) $Z > 1$ будет преобладать факторы размера молекул (т.е. сила отталкивания)

3) $Z \approx 1$, тогда берем их как угловый

Рассчитаем Z для разных давлений при $T = 300 \text{ K}$

$$1) Z(P = 0,1 \text{ МПа}) = 1 + \frac{2,7 \cdot 10^{-5} \cdot 0,1 \cdot 10^6}{8,314 \cdot 300} - \frac{0,024 \cdot 0,1 \cdot 10^6}{(8,314 \cdot 300)^2} = 1,000696723$$

$$2) Z(P = 5 \text{ МПа}) = 1,034836172$$

$$3) Z(P = 10 \text{ МПа}) = 1,069672345$$

В 1-ом случае, отклонение Z ~~близко к 1~~ $\approx 0,071$ от углового газа, поэтому его можно считать угловым при $P = 0,1 \text{ МПа}$

Во 2-ом случае, отклонение $Z \approx 3,5\%$ \rightarrow газ тоже можно считать угловым, но с меньшей точностью, при $P = 5 \text{ МПа}$

Бланк ответов

В 3-ем случае, отклонение $Z \approx 4$, от чего данный газ уже нельзя считать идеальным при $P = 10 \text{ МПа}$

В этом случае будут требования еще поправки, например разложить на газы более мелких или использовать virialные коэффициенты более крупных.

В термометре H_2 будет работать по следующим принципам

- 1) Молекулы H_2 легкие и благодаря высокой скорости \Rightarrow этот газ очень теплопроводный.
- 2) Маломертвый, т.е. не реагирует со стенками + термометра
- 3) Слабые межмолекулярные ~~силы~~ связи, от чего он хорошо вытеснит на то место идеального газа
- 4) Широкий температурный диапазон

Можно было сделать более простое
оценки в целом очень верное.

47 баллов

