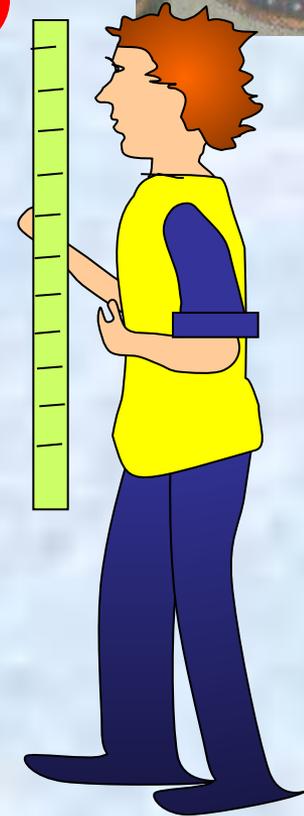


Измерение скоростей? молекул газа



10 класс

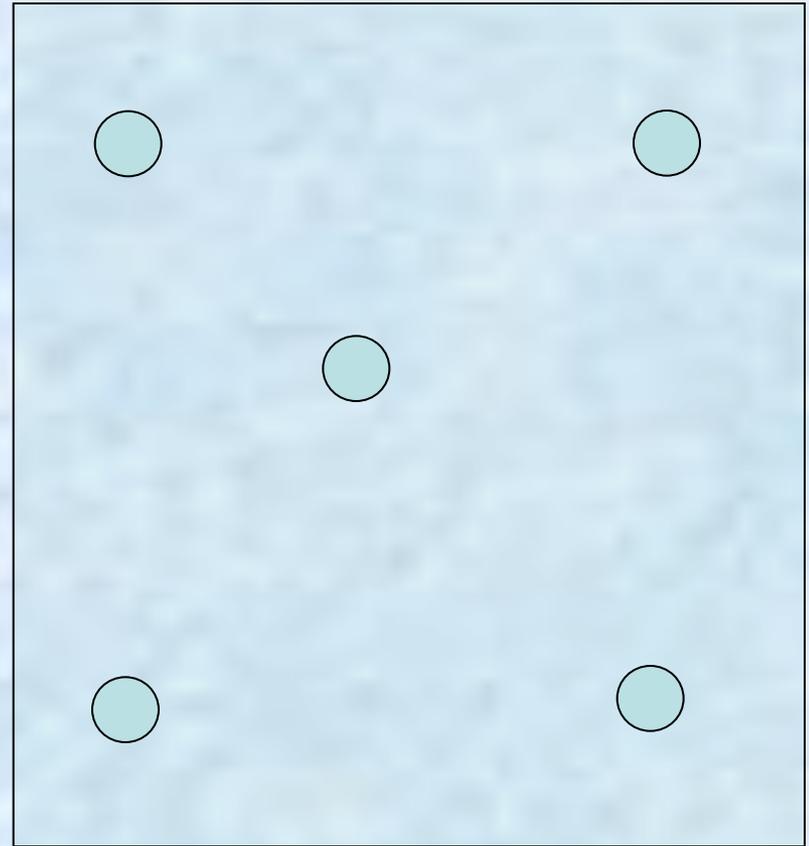
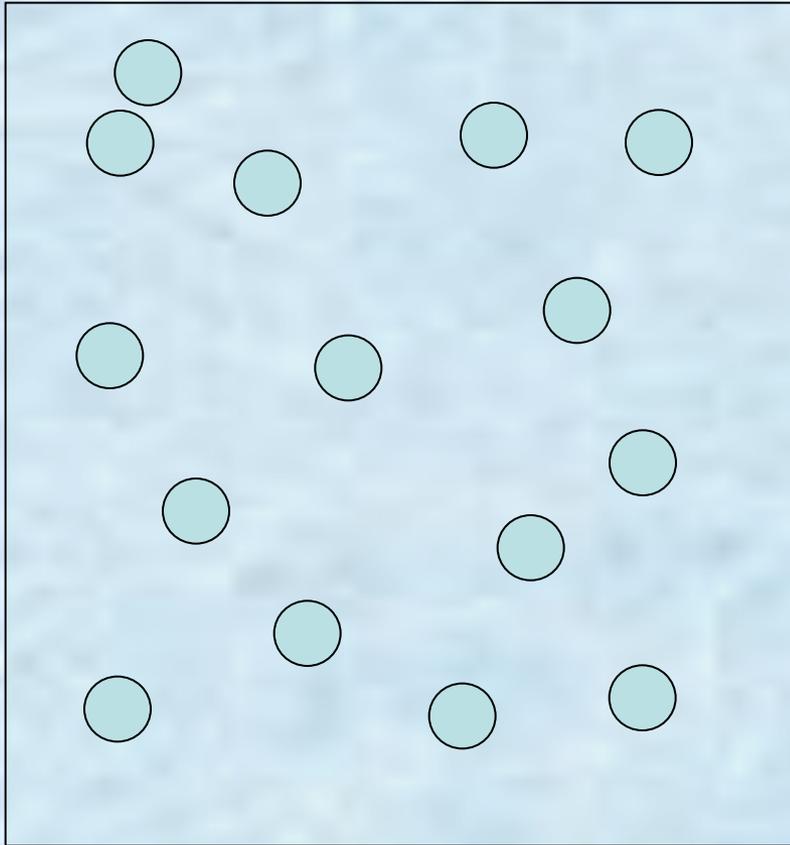
Метод катихитический
(вопросно-ответная форма)

Стиль: «Гулливвер»

- Радченко Т. И.,
<fizika-tehnika@rambler.ru>,
Владикавказ, СОШ № 26

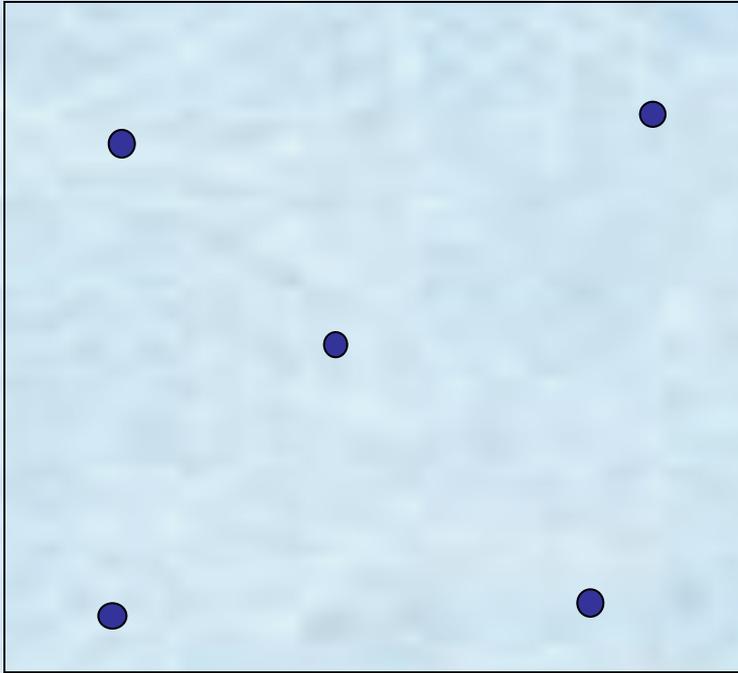
Повторение

Идеальный и реальный газ?



Расстояния \gg размеров молекул (материальные точки). Взаимодействием молекул пренебрегаем: взаимодействуют при столкновении, $E_k \gg E_p$.

Давление газа p в МКТ ?



Для чего
используют
данную
модель ?

Идеальный газ

- 1. Идеальным газом называется...
Модель реального газа, где молекулы газа рассматривают как материальные точки, взаимодействие между которыми происходит только при столкновении.
- 2. Объясните своими словами содержание понятия «идеальный газ».
- 3. При каких условиях реальный газ можно заменить моделью «идеальный газ»?
- 4. При каких условиях реальный газ нельзя считать идеальным?

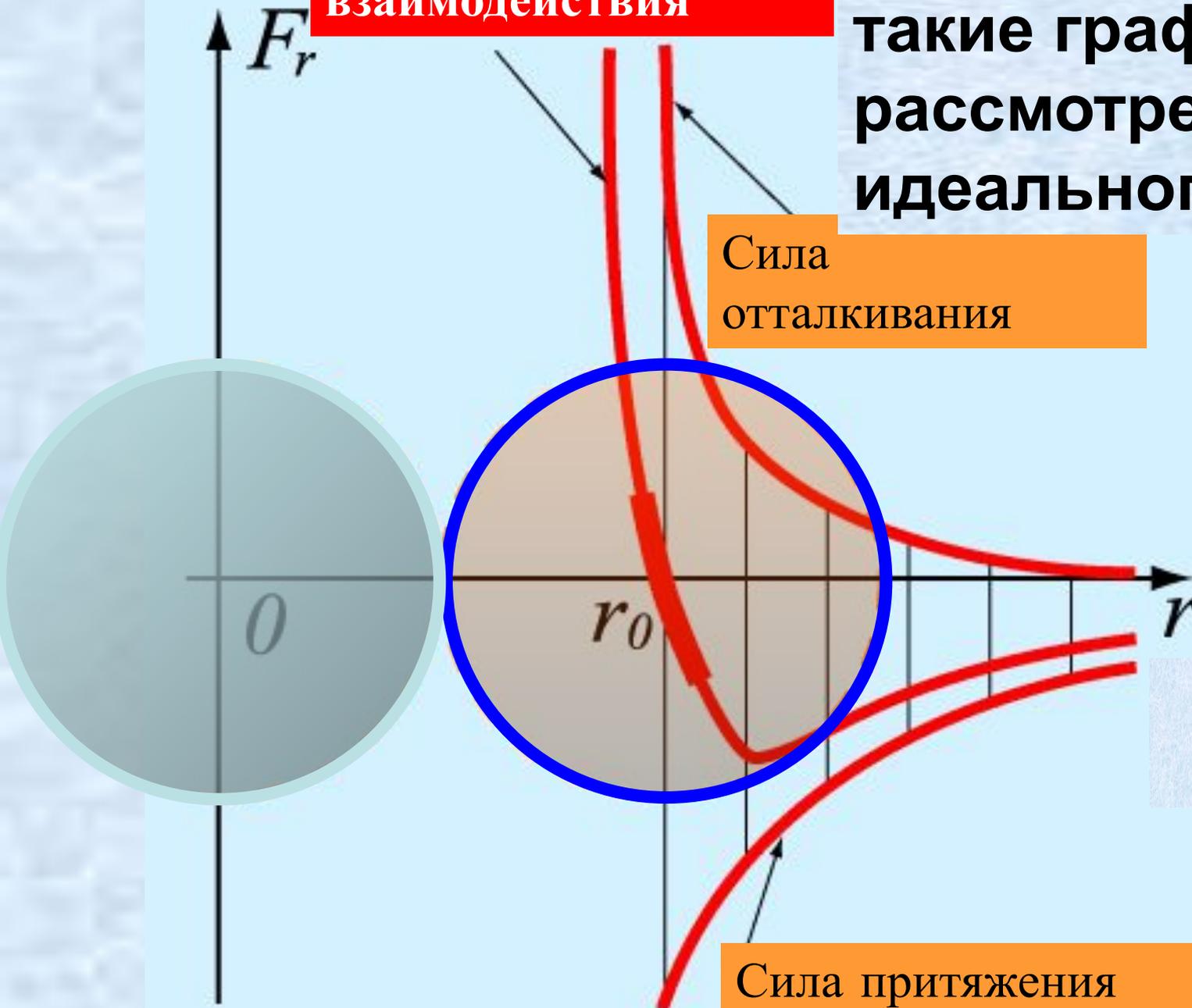
Подсказка:

концентрация, давление, температура.

- 5. Будут ли различаться физические свойства различных разреженных газов, если к ним применима одна и та же модель – идеальный газ?

ИТОГО: Сила взаимодействия

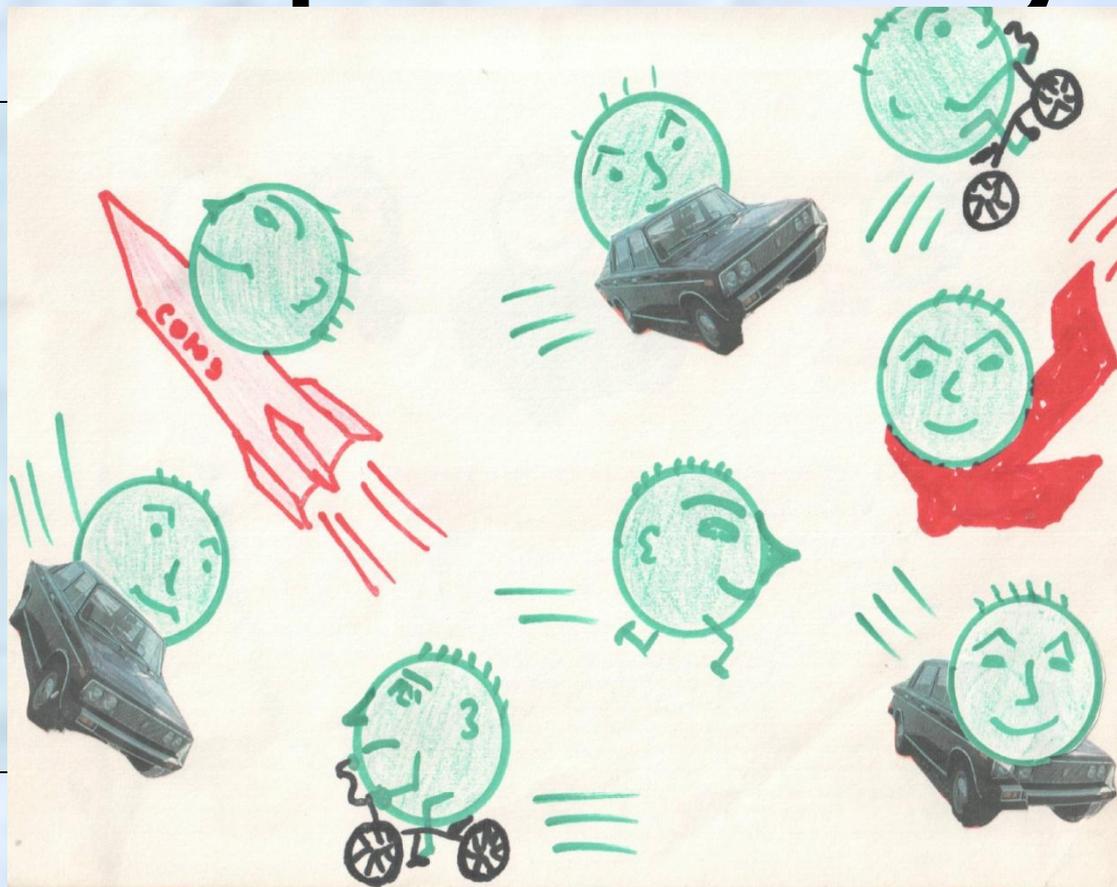
Применимы ли такие графики при рассмотрении идеального газа?



Сила отталкивания

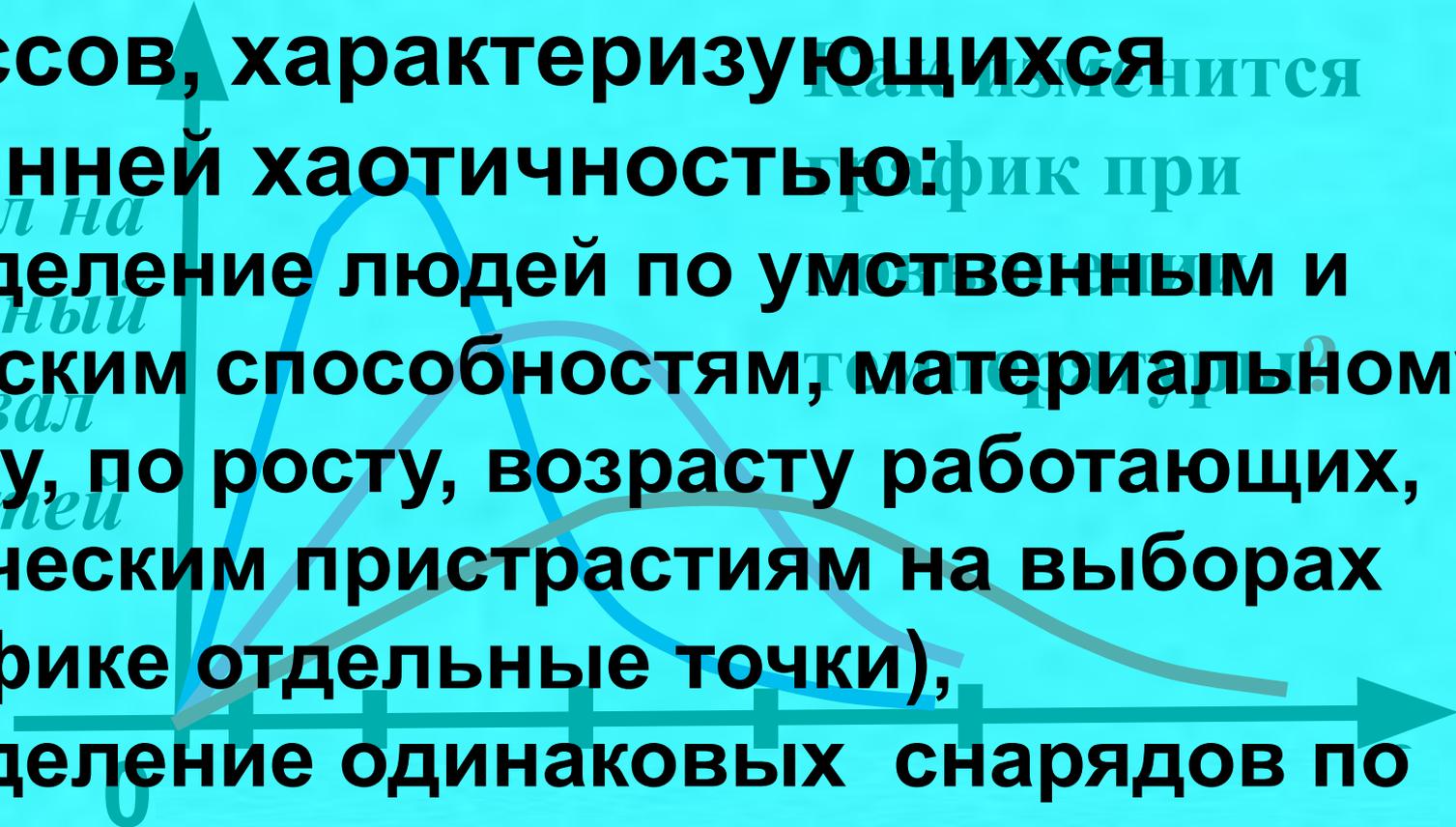
Сила притяжения

Скорость молекул



- 1. В какой ёмкости температура выше?
- 2. Одинаковы ли скорости молекул: а) в разных сосудах; б) в одном и том же сосуде?

СПРАВКА Такое распределение справедливо для массовых процессов, характеризующихся внутренней хаотичностью: распределение людей по умственным и физическим способностям, материальному достатку, по росту, возрасту работающих, политическим пристрастиям на выборах (на графике отдельные точки), распределение одинаковых снарядов по дальности полёта при равных условиях.



Число молекул на единичный интервал скоростей

Скорость

Статистика!

Средняя скорость теплового движения молекул

При 0°C

для молекул азота

$$\overline{U}_{N_2} \approx 500 \text{ м/с}$$

для молекул
водорода

$$\overline{U}_{H_2} \approx 1800 \text{ м/с}$$

Выведем формулу, по которой это было вычислено:

$E_K =$

$$\frac{m_0 U^2}{2}$$

$E =$

$$\frac{3}{2} kT$$

Средняя
квадратичная
скорость

$$\overline{U}_{кв} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

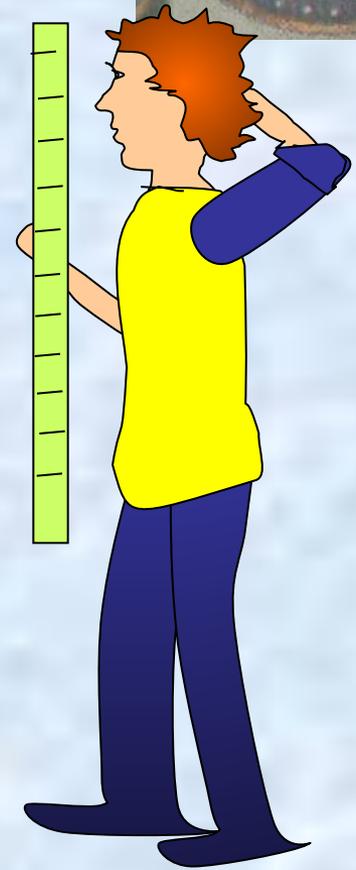
Внимание! Вопрос!

- 1. Средние скорости молекул превышают скорость звука и достигают сотен м/с. Почему же запах духов в комнате из одного угла в другой распространяется достаточно медленно (порядка десятков секунд)?
- 2. Как изменится средняя квадратичная скорость движения молекул при увеличении температуры в 4 раза?
- 3. Какие молекулы в атмосфере движутся быстрее: молекулы азота или молекулы кислорода?
- 4. Во сколько раз $\overline{v_{кв}}$ молекул O_2 меньше, чем у H_2 ?
Температуры одинаковы.

$$2 \overline{v_{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{M/N_A}}$$

Как измерить скорости молекул газа

?



Конструируем установку

Пуля Стрела

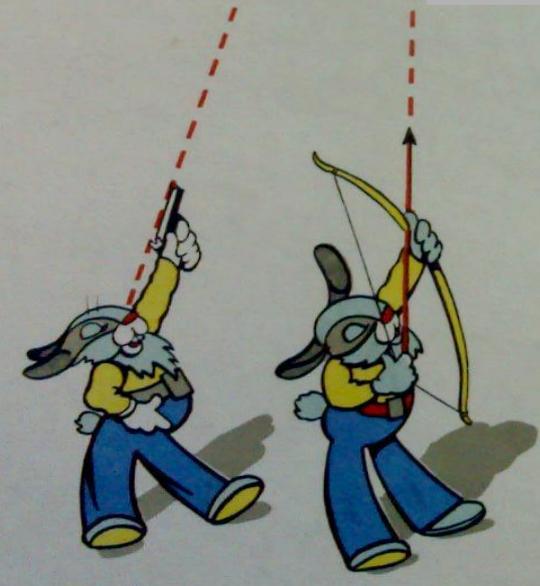
Скорости молекул разные!



ПОДСКАЗКА

линия

прицеливания



s

t-?

Принцип опыта по определению скоростей молекул

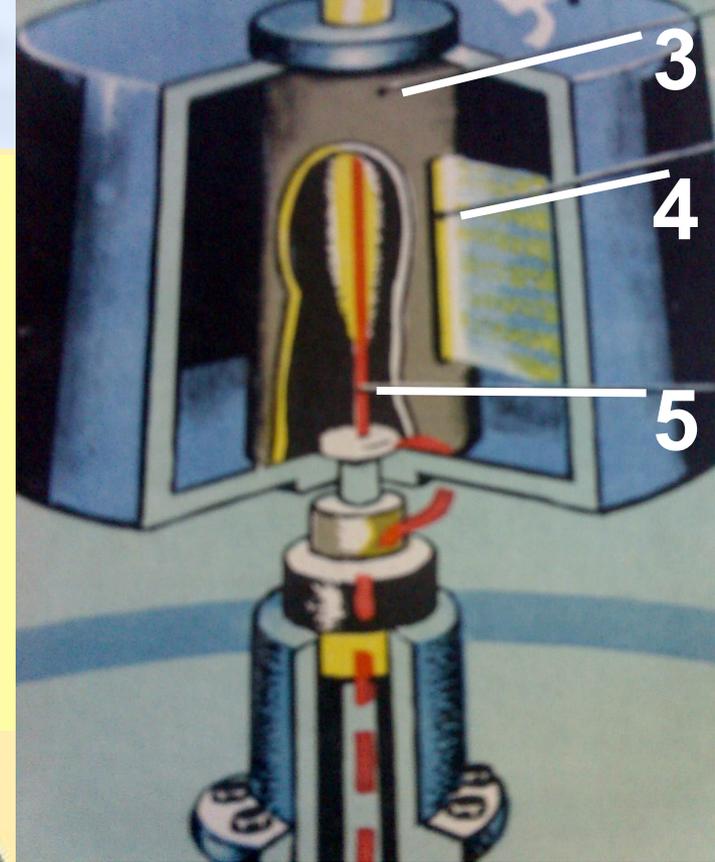
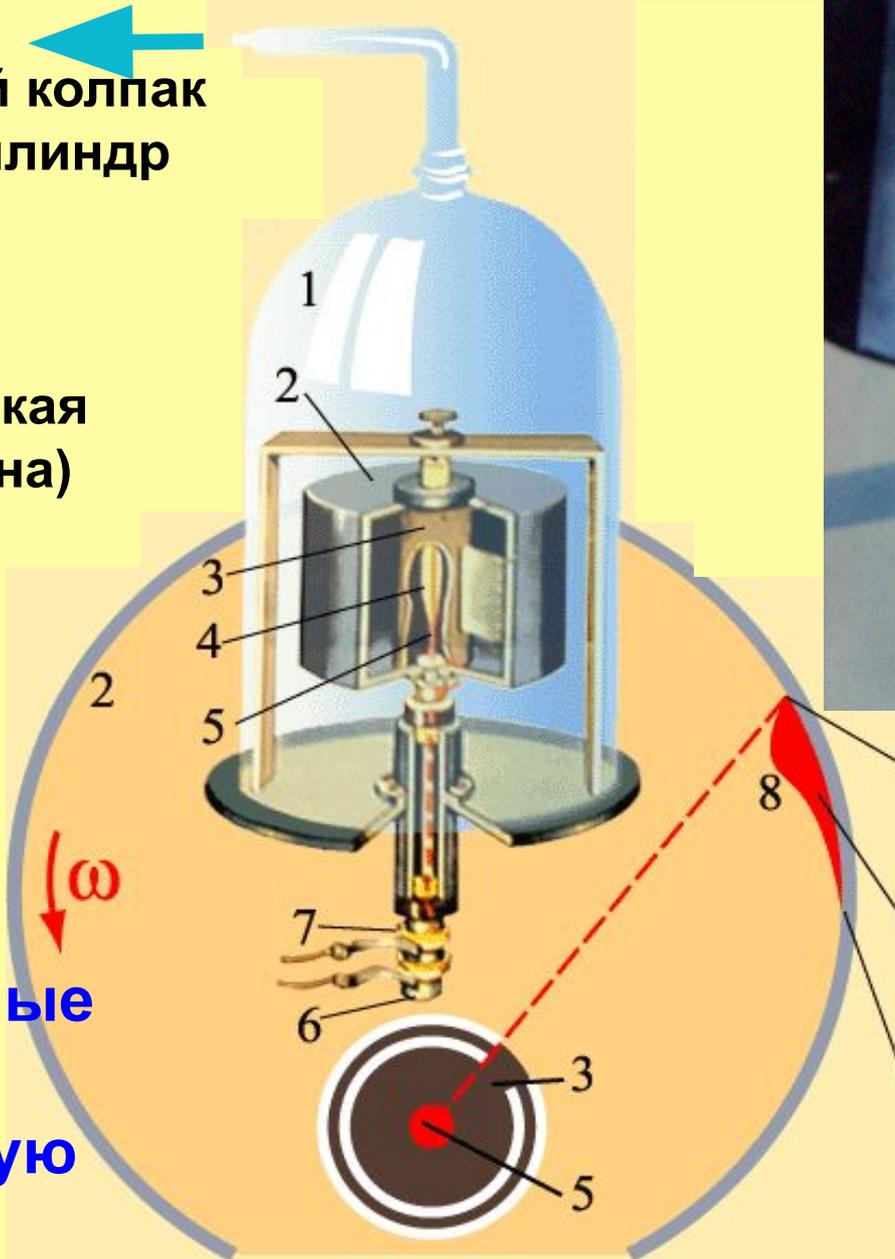
Молекул много, они очень малы. Следовательно, мишень не должна быстро уехать. Как сделать так, чтобы мишень всё время была перед стрелками, но при этом место попадания зависело от скорости «снаряда»?



Опыт Штерна, 1920г.

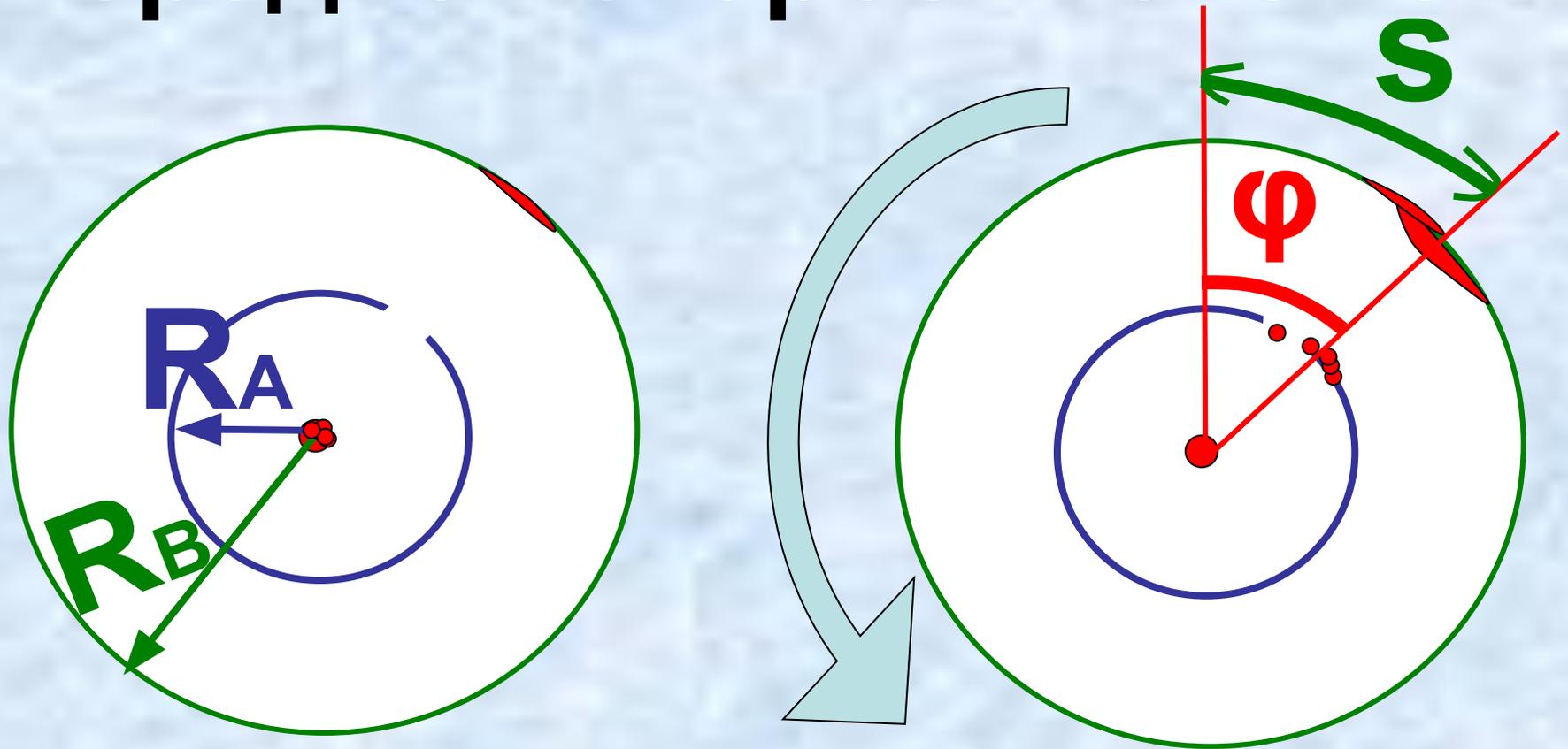
1. Стекло́нный колпак
2. Внешний цилиндр
3. Внутренний цилиндр
4. Щель
5. Металлическая нить (платина)
6. Полая ось
7. Контактные кольца
8. **Слой серебра**

СПРАВКА:
Коаксиальные цилиндры имеют общую ось.



Место попадания самых быстрых молекул
Распределение молекул по скоростям
Самые медленные молекулы

Выведем формулу для средней скорости атомов



$$\overline{v} = \frac{2\pi n (R_B - R_A)}{S} R_B$$

Внимание! Вопрос!



ОТВЕТЫ: 598 м/с ; 588 м/с

- 2. При вращении прибора Штерна с частотой 45 с^{-1} среднее смещение полосы серебра, обусловленное вращением, составляло 1,12 см. Радиусы внутреннего и внешнего цилиндров равны 1,2 и 16 см. Найти среднюю квадратичную скорость атомов серебра из данных опыта и сравнить её с теоретическим значением, если температура накала платиновой нити равна 1500 К.

$$\bar{v} = \frac{2\pi n (R_B - R_A)}{S} R_B$$

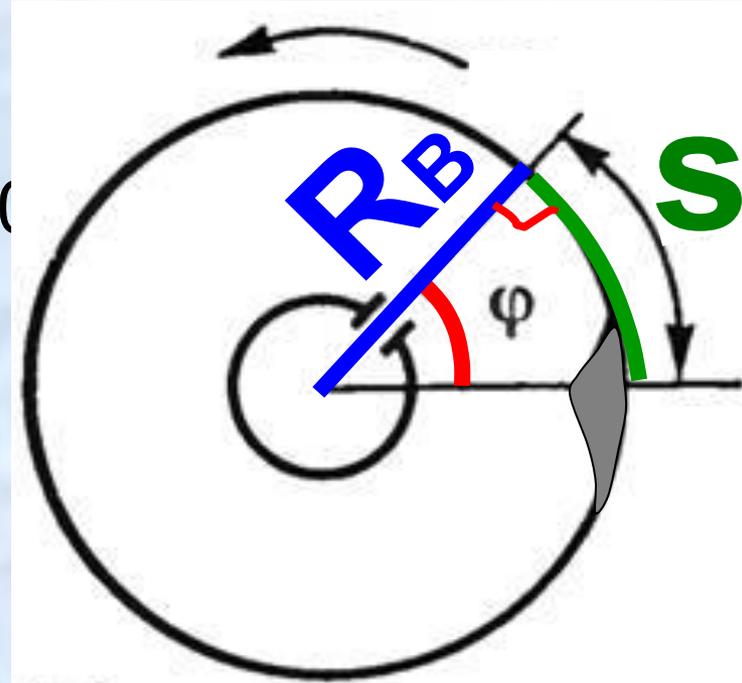
$$\bar{v}_{\text{кв}} = \sqrt{\frac{3kT}{m_0}}$$

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$



Внимание! Вопрос!

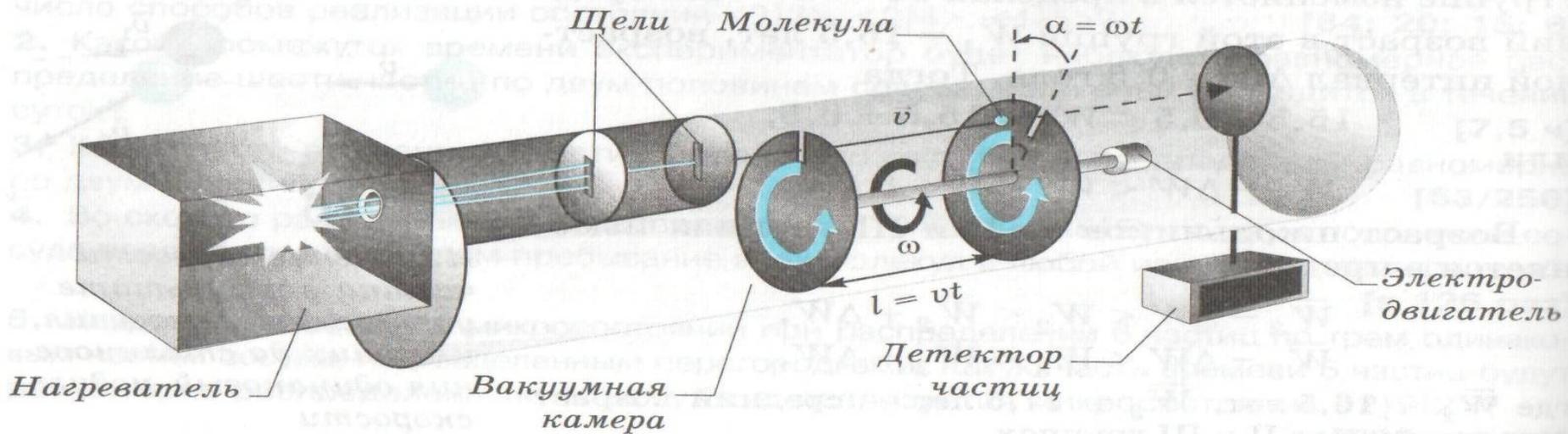
- *3. Какой скоростью обладала молекула паров серебра, если её угловое смещение в опыте Штерна составляло $5,4^\circ$ при частоте вращения прибора 150 с^{-1} ? Расстояние между внутренним и внешним цилиндрами равно 2 см .



$$v = \frac{2\pi n (R_B - R_A)}{R_B} S$$

ОТВЕТ: 200 м/с

Щели формируют пучок. Диски с прорезями сортируют молекулы по скоростям. Угол между прорезями $=\alpha$.



Через прорези проходят частицы со скоростями $v + \Delta v$. Для того чтобы частица попала на детектор, она должна успеть за время $t = \alpha / \omega$ пройти путь l .

$$v = l / t = l \omega / \alpha$$

Внимание! Вопрос!

- 3. Угол между прорезями во вращающихся дисках в опыте Штерна (№2) составляет 90° . Прорезь образует угол 2° . Средняя скорость частиц, попадающих в вакуумную камеру 450 м/с. В каком интервале скоростей детектор фиксирует частицы?

$$v = l/t = l\omega/a$$

Расстояние между дисками l и угловая скорость их вращения **не изменяются.**

$$\omega = \frac{\Delta\alpha}{\Delta t}$$

$$\Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \leq \alpha_2 \leq \frac{v_1}{v_2} \alpha_1$$

ОТВЕТ: (450 ± 10) м/с

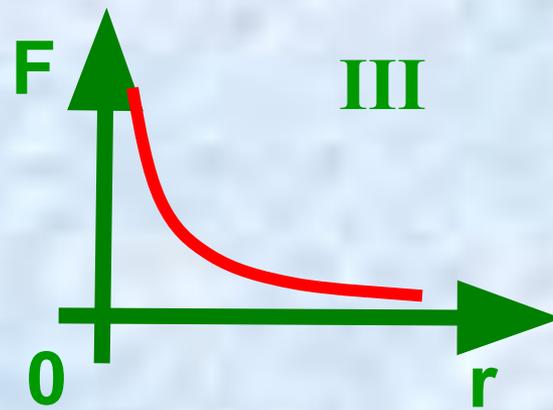
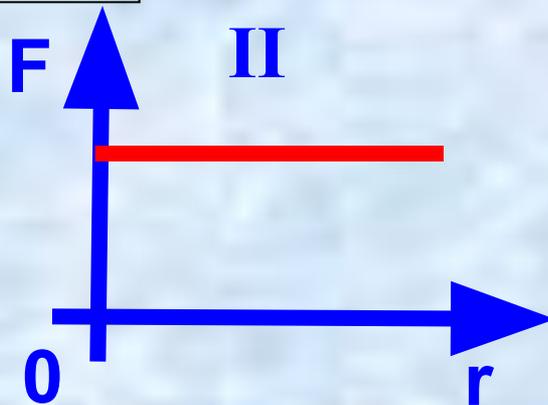
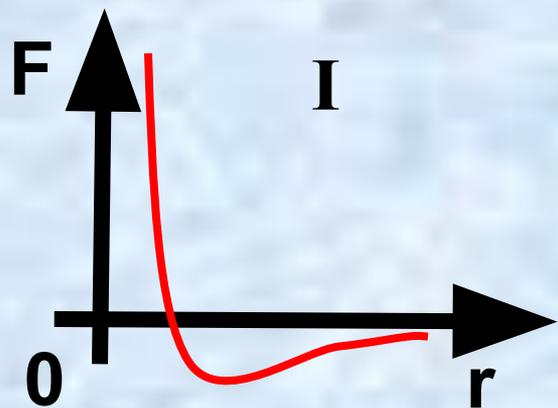
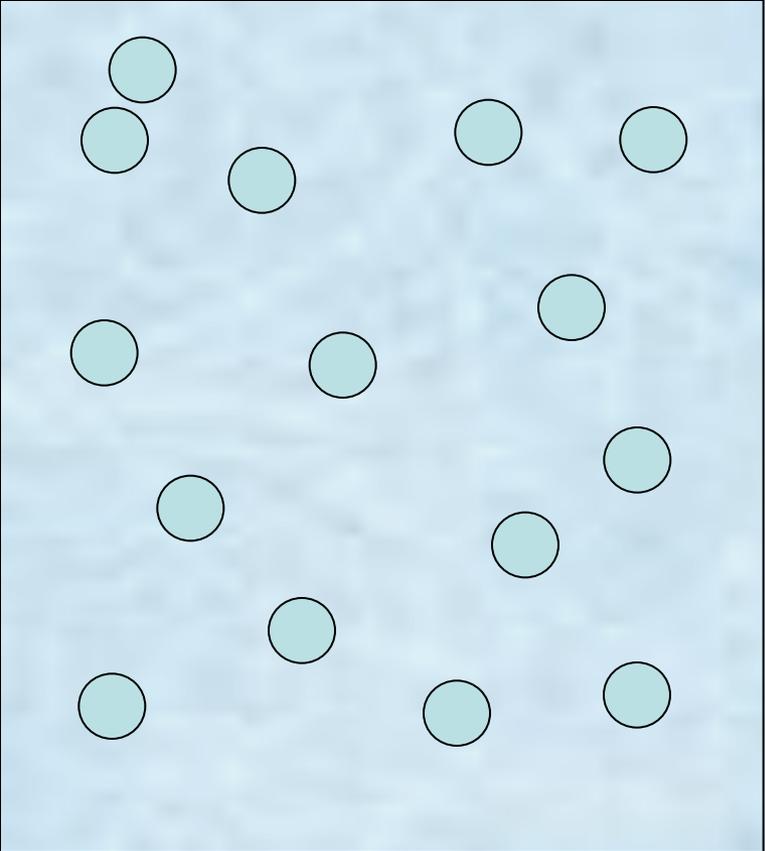
ЕГЭ

1. Учительница вошла в класс. Ученик, сидящий на последней парте почувствовал запах её духов через 10 с. Скорость распространения запаха в комнате определяется, в основном скоростью

- 1) испарения;
- 2) диффузии;
- 3) броуновского движения;
- 4) конвекционного переноса воздуха

ЕГЭ

2. На рисунках I, II, III приведены зависимости силы взаимодействия между молекулами от расстояния между ними. Какая зависимость соответствует реальному газу?



1) I; 2) II; 3) III; 4) Ни одна из зависимостей

ЕГЭ

Предварительные вопросы:

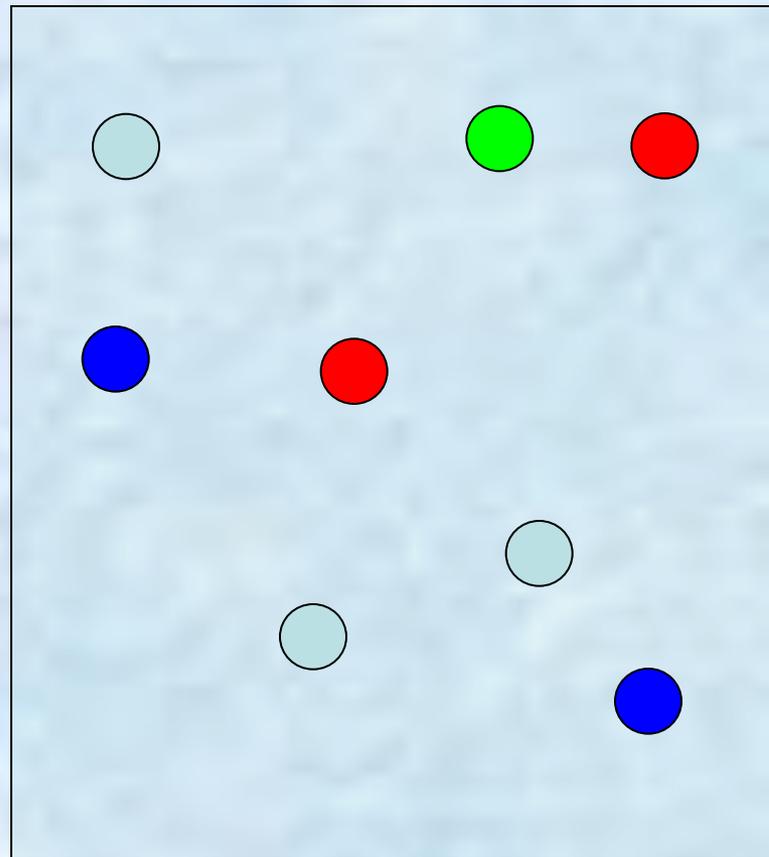
Как вы рассчитаете средний возраст членов вашей семьи?

Как вы будете вычислять средний возраст учеников в классе, если их можно разбить на 3 возрастные группы: 15, 16 и 17 лет?

ЕГЭ

4. Воздух в комнате состоит из смеси газов: кислорода, углекислого газа, паров воды и др. Какие из физических параметров этих газов обязательно одинаковы при тепловом равновесии?

- 1) температура;
- 2) парциальное давление (давление каждого газа в отдельности);
- 3) концентрация;
- 4) средний квадрат скорости теплового движения



Использованная литература

- 1. Пурышева Н.С. и др. Физика. Рабочая тетрадь для 10 класса. – М.: Открытый мир, 1997. – 160 с.
- 2. Мякишев Г. Я., Буховцев Б. Б., Сотский Н.Н. Физика -10. –М.: Просвещение, 2011.
- 3. Касьянов В.А. Физика -10.- М.: Дрофа, 2005.
- 4. Орлов В.А. ЕГЭ-2008. Физика. –М.: Интеллект-Центр, 2007.
- 5. Рымкевич А. П. Сборник задач по физике. 10-11 кл. – М.: Дрофа, 2002.

