2.

а) Абсолютный ноль температуры. Физический смысл этого понятия с точки зрения МКТ. Давление идеального газа при абсолютном нуле. Возможно ли охладить тело до абсолютного нуля? Энергия молекул при абсолютном нуле с точки зрения квантовой теории.

б) Что такое параметры состояний? Какие величины относятся к их числу? Что такое уравнение состояния системы?

в) Какой газ называется идеальным? Что является моделью идеального газа? При каких условиях газ по своим свойствам близок к идеальному?

г) Вывод основного уравнения МКТ.

д) Вывод значения наиболее вероятной скорости движения молекулы в газе.

Оценка её величины.

ж) Среднеквадратическая скорость. Её зависимость от температуры.

### а) Абсолютный нуль температуры — минимальный предел [температуры](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0), которую может иметь физическое тело во Вселенной.

***Физический смысл абсолютного нуля:*** *абсолютный нуль — это температура, при которой должно прекратиться тепловое поступательное движение молекул.* ***Абсолютный нуль недостижим.***

***Давление идеального газа при абсолютном нуле равно нулю.***

***Тело нельзя охладить до величины абсолютного нуля***. Поскольку температура характеризует [тепловую энергию](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BF%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%B0), принадлежащую объекту или образцу вещества, которая является кинетической энергией хаотического движения частиц, составляющих вещество, у объекта меньше тепловой энергии, чем он холоднее и больше, чем выше его температура. Если бы было возможно охладить систему до абсолютного нуля, все движения частиц в образце вещества прекратилось бы, и они бы были в состоянии покоя в классическом смысле. При этом объект должен быть описан как имеющий нулевую тепловую энергию.

Микроскопически в характеристике квантовой механики, однако, до сих пор не решен вопрос имеет ли объект [нулевые колебания](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9D%D1%83%D0%BB%D0%B5%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%8F) при абсолютном нуле из-за [принципа неопределённости](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D1%80%D0%B8%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%BF_%D0%BD%D0%B5%D0%BE%D0%BF%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%91%D0%BD%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%B8).

### б) ПАРАМЕТРЫ СОСТОЯНИЯ - физ. величины, характеризующие состояние термодинамич. системы в условиях [термодинамического равновесия](http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/4374.html).

### *Различают экстенсивные параметры состояния, пропорциональные* [*массе системы*](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D1%81%D0%B0): [объём](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%9E%D0%B1%D1%8A%D1%91%D0%BC_(%D0%B2_%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B0%D0%BC%D0%B8%D0%BA%D0%B5)?action=edit&redlink=1), [внутренняя энергия](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%92%D0%BD%D1%83%D1%82%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8F%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F), [энтропия](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%AD%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BF%D0%B8%D1%8F), [энтальпия](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%AD%D0%BD%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BF%D0%B8%D1%8F), [энергия Гиббса](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%B8%D0%B1%D0%B1%D1%81%D0%B0), [энергия Гельмгольца](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%AD%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F_%D0%93%D0%B5%D0%BB%D1%8C%D0%BC%D0%B3%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%86%D0%B0?action=edit&redlink=1) ([свободная энергия](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%A1%D0%B2%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F)) и *интенсивные параметры состояния*, не зависящие от массы системы: [давление](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5), [температура](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%A2%D0%B5%D0%BC%D0%BF%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0), [концентрация](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%86%D0%B5%D0%BD%D1%82%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F?veaction=edit&redlink=1), [магнитная индукция](http://ru.science.wikia.com/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%B3%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B8%D0%BD%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F?veaction=edit&redlink=1) и др.

*Соотношение, дающее связь между параметрами какого-либо тела, называется уравнением состояния.*

### в) *Идеальным* называется газ, молекулы которого можно рассматривать как материальные точки, взаимодействие которых между собой происходит только в момент соударения.

*Идеальный газ* — [***математическая модель***](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C)[***газа***](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B7), в которой в рамках [молекулярно-кинетической теории](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%83%D0%BB%D1%8F%D1%80%D0%BD%D0%BE-%D0%BA%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%82%D0%B5%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%8F) предполагается, что:

1)[потенциальной энергией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D1%82%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B0%D0%BB%D1%8C%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F) взаимодействия частиц, составляющих газ, можно пренебречь по сравнению с их [кинетической энергией](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D1%82%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D1%8D%D0%BD%D0%B5%D1%80%D0%B3%D0%B8%D1%8F);

2) суммарный объём частиц газа пренебрежимо мал;

3) между частицами не действуют силы притяжения или отталкивания, соударения частиц между собой и со стенками сосуда [абсолютно упруги](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B1%D1%81%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%82%D0%BD%D0%BE_%D1%83%D0%BF%D1%80%D1%83%D0%B3%D0%B8%D0%B9_%D1%83%D0%B4%D0%B0%D1%80);

4) время взаимодействия между частицами пренебрежимо мало по сравнению со средним временем между столкновениями.

* ***Любой реальный газ тем ближе к идеальному, чем ниже его давление и выше температура****.*  Или формально, идеальным газом можно считать газ подчиняющийся уравнению Менделеева-Клайперона: PV=RT.

### г) Упрощенный вывод основного уравнения МКТ

Пусть имеется N частиц массой m0 в некотором кубическом сосуде.

Так как молекулы движутся хаотически, то события, состоящие в движении в одном из шести независимых направлений пространства, совпадающих с осями декартовой системы координат, равновероятны.

Поэтому, в каждом из этих направлении движется **1/6N**частиц.

Пусть все частицы обладают одинаковой скоростью **v**.

Каждая из частиц, сталкивающихся со стенкой, передаёт ей импульс **ΔP=2m0v**.

Если площадь стенки S, а концентрация - n, то количество частиц, сталкивающихся со стенкой за время **Δt** равно **N=1/6\*nS Δt v**.

Так как **p=F/S** , а **F= (ΔP/Δt)\*N** - суммарная сила взаимодействия частиц со стенкой, то подставив соответствующие значения получим **p=1/3\*m0nv^2** .

## д) Наиболее вероятная скорость, vp — вероятность обладания которой любой молекулой системы максимальна, и которая соответствует максимальному значению F(v). Чтобы найти её, необходимо вычислить dF/dv, приравнять её нулю и решить относительно v:

## dF(v)/dv= ((m/2π\*kT)^3/2)\*e^(-m\*vx^2/2kT)\* [8πv+4π(v^2)(-mv/kT)] = 0

## \frac {dF(v)} {dv} = \left (\frac {m} {2 \pi kT} \right) ^ {3/2} \exp \left (-mv^2/2kT \right) \left [8\pi v + 4 \pi v^2 (-mv/kT) \right] = 0\qquad\qquad (12)

**v=sqrt(2kT/m)=sqrt(2RT/ M)**

## ж) *Средняя квадратичная скорость* молекул — среднее квадратическое значение модулей скоростей всех молекул рассматриваемого количества газа.

**v(~)=sqrt(3kT/m)=sqrt(3RT/ M)**

## *При повышении температуры увеличивается средняя квадратичная скорость молекул.*