

**Б.П. Вейнберг**

**Снег, иней, град, лед и  
ледники**

**Москва  
«Книга по Требованию»**

УДК 55  
ББК 26.3  
Б11

Б11      **Б.П. Вейнберг**  
Снег, иней, град, лед и ледники / Б.П. Вейнберг – М.: Книга по Требованию,  
2017. – 132 с.

**ISBN 978-5-458-59611-4**

**ISBN 978-5-458-59611-4**

© Издание на русском языке, оформление  
«YOYO Media», 2017

© Издание на русском языке, оцифровка,  
«Книга по Требованию», 2017

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

[www.samizday.ru/reprint](http://www.samizday.ru/reprint)



## СНѢГЪ и ЛЕДЪ.

---

### Вода въ твердомъ состояніи въ природѣ.

Всякому, кто выступаетъ на кафедру для лекціи, — особенно, лекціи публичной, — приходится раздвигаться. Съ одной стороны, стремишься подѣлиться съ аудиторіей возможно большимъ количествомъ положительныхъ свѣдѣній, добытыхъ наукою. Съ другой стороны, хочется намѣтить предъ слушателями рядъ вопросовъ, еще ждущихъ своего разрѣшенія, рядъ гипотезъ, ждущихъ своего подтвержденія, чтобы путемъ указанія интереса и важности этихъ вопросовъ и гипотезъ побудить хоть нѣкоторую часть аудиторіи къ болѣе детальному изученію ихъ.

Если дать волю одному изъ этихъ стремленій, то легко попасть либо въ Сциллу голыхъ фактовъ, либо въ Харибду смѣлыхъ гипотезъ. Однако Сцилла фактовъ не такъ опасна, если они связаны въ стройную теорію; не такъ опасна и Харибда гипотезъ, если онѣ имѣютъ подъ собою прочно установленные факты.

Къ сожалѣнію, — и я считаю своимъ долгомъ съ самаго начала предупредить васъ объ этомъ, — по отношенію къ вопросу, выбранному мною въ качествѣ темы настоящихъ лекцій, наука обладаетъ пока недостаточнымъ запасомъ фактовъ, которые далеко еще не связаны въ стройныя теоріи, и по поводу которыхъ можно высказывать самыя разнообразныя, но зачастую мало обоснованныя гипотезы. И тѣмъ не менѣе я выбралъ именно эту тему, потому что, если выразиться словами Менделѣева, „не въ тѣ части Африки стремятся путешественники, которыя посѣщаются уже другими и извѣстны, а силятся проникнуть туда, гдѣ не была еще ничья нога“.

А снѣгъ, градъ, ледъ и ледники, т. е. вода въ твердомъ состояніи въ природѣ, и представляютъ, съ физической точки зрѣнія, именно такія неизвѣстныя области „темнаго континента“ нашихъ свѣдѣній о природѣ. Причину такой

неосвѣдомленности нашей въ этомъ отношеніи слѣдуетъ искать, можетъ быть, въ общемъ —, хотя не всегда справедливомъ, — положеніи: чѣмъ что нибудь обыденнѣе, тѣмъ менѣе оно изслѣдовано. Между тѣмъ для указанія важности вопросовъ, которые мы здѣсь затронемъ, достаточно сказать, что одна десятая суши покрыта вѣчнымъ ледянымъ, сползающимъ и стекающимъ по скатамъ, покровомъ, что наши рѣки сковываются на нѣсколько мѣсяцевъ ледяною корою, что мы, сѣверяне, значительную, къ сожалѣнію, часть года живемъ среди снѣжнаго океана. И мы ходимъ, катаемся на конькахъ по льду, ѣдимъ на санкахъ по снѣгу, попираемъ снѣгъ ногами, слышимъ хрустъ снѣга, видимъ сверканіе снѣга на солнцѣ, отряхиваемъ снѣгъ съ неудовольствіемъ, когда онъ досадными хлопьями западаетъ между одеждою и тѣломъ, еще болѣе досадуемъ, когда отъ гололедицы падаетъ лошадь нашего извозчика или мы сами; рѣдко-рѣдко полюбуемся мы инеемъ на деревьяхъ и ледяными узорами, расписанными морозомъ на окнахъ; въ дѣтствѣ, вѣроятно, съ любопытствомъ собирали мы градъ и играли въ снѣжки, — но врядъ-ли часто задумывались и задумываемся надъ тѣмъ, да какъ же образуется снѣгъ, иней, градъ, ледъ, каковы физическія свойства этихъ любопытнѣйшихъ во многихъ отношеніяхъ образованій.

### Переходъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое.

Для того, чтобы ввести васъ сразу въ эти вопросы, мнѣ придется сначала нѣкоторое время задержать васъ на общихъ соображеніяхъ объ условіяхъ перехода тѣлъ изъ одного состоянія въ другое и познакомить васъ при этомъ хоть въ самыхъ общихъ чертахъ съ однимъ весьма важнымъ для нашей темы вопросомъ изъ термодинамики — вопросомъ о „тройной точкѣ“.

Вещество является предъ нами въ трехъ состояніяхъ — твердомъ, жидкомъ и газообразномъ, и въ настоящее время физика низкихъ и высокихъ температуръ достигла такихъ успѣховъ, благодаря которымъ можно безусловно утверждать, что среди извѣстныхъ намъ разнообразнѣйшихъ матерьяловъ —, по крайней мѣрѣ, среди такъ называемыхъ простыхъ

тѣлъ—не существуетъ ни *corps refractaires*—тѣлъ, сохраняющихъ свое твердое состояніе, какому бы жару мы ихъ не подвергали,—ни *gaz permanents*—постоянныхъ газовъ, которые бы могли существовать лишь въ газообразномъ состояніи.

Наоборотъ, мы теперь убѣждены и знаемъ, что всякое твердое тѣло можетъ быть превращено и въ жидкость и въ газъ (если только оно не разлагается при этомъ на составныя части), всякая жидкость можетъ принять твердое состояніе—*отвердѣть*—и газообразное—*испариться*—, а всякій газъ можетъ быть обращенъ въ жидкость—*ожигенъ*—и въ твердое тѣло. Не составляетъ теперь исключенія и самый легкій изъ газовъ, гелій, который не могъ отстоять свою газообразность и недавно обращенъ въ жидкость, кипящую при атмосферномъ давленіи при абсолютной температурѣ въ  $4\frac{1}{2}^{\circ}$ , т. е. при  $-268\frac{1}{2}^{\circ}$  обычной скалы.

Изъ этихъ переходовъ тѣлъ изъ одного состоянія въ другое наиболѣе обычны тѣ, въ которыхъ исходнымъ или конечнымъ состояніемъ является жидкое, а именно, съ одной стороны, отвердѣваніе и испареніе (или *кипѣніе*, если переходъ въ газъ совершается не только съ поверхности, но и внутри всей массы жидкости) и плавленіе и ожигеніе, съ другой.

Менѣе изучены и менѣе извѣстны непосредственные переходы изъ твердаго состоянія въ газообразное и обратно—настолько менѣе, что многимъ изъ васъ, можетъ быть, даже незнакомы термины, которые прилагаются къ первому переходу—*улетучиваніе*, *возгонка*, *сублимація*,—термины, изъ которыхъ ни одинъ еще не пріобрѣлъ явнаго первенства передъ своими соперниками,—а для обратнаго перехода изъ газообразнаго состоянія непосредственно въ твердое, минуя жидкое совершенно,—пока нѣтъ вовсе спеціальнаго термина.

Чтобы не оставлять сомнѣній и неясностей у тѣхъ изъ васъ, кому, можетъ быть, не приходилось задумываться надъ фактами, сюда относящимися, напомнимъ такія явленія, какъ довольно быстрое улетучиваніе камфары, нафталина, происходящее безъ перехода ихъ въ жидкое состояніе, какъ наличность запаха у многихъ твердыхъ тѣлъ, обусловливаемого, почти навѣрное, именно парами этихъ тѣлъ, какъ по-

степенное потускнѣніе лампочекъ накаливанія, вызываемое возгонкою углерода нитей при высокой ихъ температурѣ и осажденіемъ его въ твердомъ видѣ на стѣнкахъ. Какъ испареніе жидкостей весьма замедляется присутствіемъ надъ ними другихъ газовъ, кромѣ ихъ паровъ, частицы которыхъ должны пробивать себѣ дорогу среди частицъ этихъ газовъ и вслѣдствіе этого могутъ лишь съ крайнею медленностью „диффундировать“ чрезъ эти газы, такъ и улетучиваніе твердыхъ тѣлъ весьма затрудняется присутствіемъ надъ ними, кромѣ „паровъ“ этихъ твердыхъ тѣлъ, другихъ газовъ. Въ пространствѣ же, гдѣ почти нѣтъ этихъ другихъ газовъ,—въ такъ называемой „пустотѣ“—, улетучиваніе идетъ гораздо успѣшнѣе, и, сравнительно не высоко поднимая температуру, удавалось въ пустотѣ подвергать возгонкѣ различные металлы и даже отдѣлять составныя части сплавовъ другъ отъ друга путемъ такой фракціонной перегонки (перегонки отдѣльныхъ порцій при различныхъ температурахъ)—опять таки безъ попутнаго обращенія ихъ въ жидкое состояніе.

Чтобы не ограничиваться словами, а вмѣстѣ съ тѣмъ показать вамъ близкую связь этого вопроса съ темою настоящихъ лекцій, позвольте мнѣ произвести слѣдующій опытъ. Предъ вами находятся здѣсь два высокихъ химическихъ стакана,—въ одномъ изъ нихъ на дно налить спиртъ, на дно другого наложены кристаллы твердой бензойной кислоты; сверху оба стакана прикрыты выпаривательными чашками съ холодною водою. Нагрѣваемъ дно и того, и другого стакана: какъ спиртъ, такъ и бензойная кислота обращаются въ парообразное состояніе, пары ихъ, поднимаясь, доходятъ до чашекъ съ холодною водою и охлаждаются. Что же мы видимъ? Пары спирта, охладившись, переходятъ обратно въ жидкое состояніе,—въ этомъ сосудѣ какъ бы идетъ мелкій осенній „дождичекъ“ изъ капелекъ спирта, представляющійся издали густымъ туманомъ, а пары бензойной кислоты, охладившись, переходятъ прямо въ твердое состояніе,—и въ этомъ сосудѣ идетъ „снѣгъ“ изъ хлопьевъ твердыхъ кристалловъ бензойной кислоты, сверканіе которыхъ въ пучкѣ сильнаго свѣта замѣтно даже издали.

Этотъ опытъ ставитъ насъ лицомъ къ лицу съ вопросомъ: при какихъ условіяхъ происходитъ переходъ тѣлъ изъ

одного состоянія въ другое, отъ чего зависитъ, что въ однихъ случаяхъ твердое тѣло плавится, а въ другихъ прямо улетучивается, что паръ въ однихъ случаяхъ ожигается, а въ другихъ—прямо обращается въ твердое состояніе, отъ какихъ условій зависитъ, въ частности, что падающая изъ верхнихъ слоевъ атмосферы вода въ каждомъ отдѣльномъ случаѣ изъ большого числа разнообразныхъ видовъ, въ какихъ мы наблюдаемъ атмосферные осадки, выбираетъ для этого именно такую, а не другую форму.

### Вліяніе давленія на температуры кипѣнія и плавленія.

Разберемъ простѣйшій случай, когда никакого сомнѣнія въ томъ, въ какое состояніе перейдетъ данное тѣло, нѣтъ, а именно переходы изъ *жидкаго* состоянія: при достаточномъ пониженіи температуры жидкость можетъ только затвердѣть, при достаточномъ повышеніи температуры—превратиться въ паръ. Однако, опредѣленная температура является вполнѣ опредѣленнымъ условіемъ возможности перехода только тогда, когда указано еще одно существеннѣйшее обстоятельство, а именно *давленіе*, подъ которымъ жидкость находится.

Чтобы не быть голословнымъ, приведу сразу нѣкоторыя цифры, относящіяся къ водѣ: при атмосферномъ давленіи вода замерзаетъ при  $0^{\circ}$ , а кипитъ при  $100^{\circ}$  Ц., при давленіи въ 100 атмосферъ замерзаетъ уже не при  $0^{\circ}$ , а при  $-0^{\circ}9$ , а кипитъ не при  $100^{\circ}$  Ц., а при  $308^{\circ}$ , при давленіи въ 200 атмосферъ вода замерзаетъ при  $-1^{\circ}8$ , а кипитъ при  $365^{\circ}$ , т. е. для воды температура кипѣнія повышается съ увеличеніемъ давленія, а температура замерзанія понижается съ увеличеніемъ давленія. Последнее обстоятельство обусловливается тѣмъ, что вода, замерзая, увеличивается въ объемѣ, и, слѣдовательно, повышение давленія и вызываемое имъ уменьшеніе объема не приближаютъ воду ко льду, а, наоборотъ, какъ бы отдаляютъ ее отъ льда. Вслѣдствіе этого при большомъ давленіи требуется для замораживанія воды болѣе низкая температура, чѣмъ при обыкновенномъ давленіи.

Наоборотъ, для тѣлъ, которыя при отвердѣваніи уменьшаются въ объемѣ,—а такихъ тѣлъ громадное большинство,—повышается съ повышеніемъ давленія не только темпера-

тура кипѣнія, но и температура отвердѣванія; увеличеніе давленія приближаетъ жидкость къ твердому состоянію и, слѣдовательно, для замораживанія не требуется прибѣгать къ столь низкимъ температурамъ, какъ при малыхъ давленіяхъ. Приведу опять таки нѣсколько чиселъ, относящихся къ ртути: она при обыкновенномъ давленіи затвердѣваетъ при  $-38^{\circ}8$ , а кипитъ при  $357^{\circ}$ , при давленіи въ 80 атмосферъ затвердѣваетъ при нѣсколько менѣе низкой температурѣ, при  $-38^{\circ}4$ , а кипитъ при  $766^{\circ}$ , при давленіи же въ 160 атмосферъ замерзаетъ при  $-38^{\circ}0$ , а кипитъ при  $878^{\circ}$ .

Всѣ эти числа показываютъ, что давленіе очень сильно отражается на температурѣ кипѣнія и очень мало—на температурѣ отвердѣванія или плавленія (это—одно и то же, ибо жидкость отвердѣваетъ при той же температурѣ, при которой получившееся изъ нея твердое тѣло плавится). Это вытекаетъ и изъ формулъ термодинамики и понятно также съ безхитростной обывательской точки зрѣнія: увеличеніе давленія значительно измѣняетъ объемъ паровъ и тѣмъ самымъ можетъ значительно приблизить ихъ къ жидкости, тогда какъ объемъ жидкостей и твердыхъ тѣлъ очень мало измѣняется съ давленіемъ, и потому требуются громадныя давленія, чтобы внести сколько нибудь существенныя измѣненія въ условія перехода изъ жидкаго состоянія въ твердое. Та же мысль схематически выражается знаменитою термодинамическою формулою Томсона<sup>1)</sup>.

Для наглядности изобразимъ кривыми зависимость температуры кипѣнія и плавленія отъ давленія для тѣлъ, подобныхъ водѣ (рис. 1)—увеличивающихся въ объемѣ при затвердѣваніи,—и для тѣлъ, подобныхъ ртути (рис. 2),—уменьшающихся въ объемѣ при затвердѣваніи. Будемъ по горизонтальному направленію откладывать давленія, а по

<sup>1)</sup> Вотъ эта формула:

$$\frac{dT}{dp} = \frac{A(\sigma - s)T}{L} \quad (1),$$

гдѣ  $T$ —абсолютная температура перехода изъ состоянія, въ которомъ удѣльный объемъ матерьяла есть  $s$ , въ состояніе, въ которомъ удѣльный объемъ есть  $\sigma$ ,  $p$ —давленіе,  $A$ —термическій эквивалентъ работы, а  $L$ —теплота перехода.

вертикальному—соотвѣтствующія температуры кипѣнія и плавленія: получимъ кривыя  $BB'$ , для температуръ кипѣнія и кривыя  $CC'$  для температуръ плавленія.

Мы до сихъ поръ разсматривали, что происходитъ при увеличеніи давленія сравнительно съ атмосфернымъ; посмотримъ теперь, что будетъ, если мы давленіе станемъ уменьшать. Температура плавленія будетъ оставаться почти безъ измѣненія, а температура кипѣнія будетъ все падать и падать и при достаточномъ уменьшеніи давленія должна будетъ

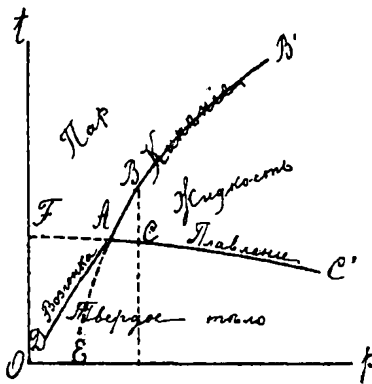


Рис. 1.

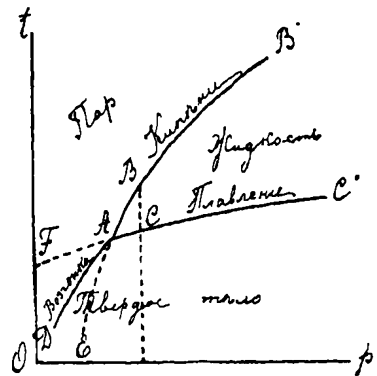


Рис. 2.

стать равною температурѣ плавленія, какъ это и изображаютъ части  $BA$  и  $CA$  кривыхъ рис. 1 и 2. Что же будетъ тогда?

При давленіи и температурѣ, которыя изображаются точкою  $A$ , твердое тѣло будетъ плавиться, а жидкость будетъ кипѣть, если мы будемъ сообщать имъ тепло; пары же, если отъ нихъ отнимать тепло, будутъ превращаться въ жидкость и въ твердое тѣло. Если же тепла не сообщать и не отнимать, то при этомъ давленіи и этой температурѣ твердое тѣло, жидкость и паръ будутъ въ равновѣсїи и могутъ неопредѣленно долго оставаться другъ рядомъ съ другомъ, не переходя одно въ другое, могутъ „сосуществовать“.

### Тройная точка.

Точка  $A$  и есть знаменитая *тройная точка*—точка, изображающая состояніе вещества, при которомъ могутъ сосуществовать всѣ три состоянія: твердое, жидкое и газооб-

разное. Для воды тройная точка лежит при  $+0^{\circ}.0074$  Ц. и при давлении въ 4.583 мм. ртутнаго столба, для ртути—при  $-38^{\circ}.795$  Ц. и давлении въ нѣсколько миллионныхъ мм. ртутнаго столба.

Попробуемъ теперь догадаться, что будетъ при еще меньшемъ давлении, чѣмъ давленіе въ тройной точкѣ. Если бы температуры кипѣнія и плавленія измѣнялись и за тройною точкою такъ же, какъ до нея,—по кривымъ  $AE$  и  $AF$ —, то температура плавленія оказалась бы выше температуры кипѣнія, т. е. при повышеніи температуры скорѣе бы жидкость, если бы она могла существовать, обратилась въ паръ, чѣмъ твердое тѣло—въ жидкость. На самомъ дѣлѣ, однако, происходитъ гораздо болѣе простое и естественное явленіе: при давленіяхъ, лежащихъ ниже давленія тройной точки, твердое тѣло, не переходя въ жидкость, непосредственно переходитъ въ паръ, возгоняется.

При всякомъ давлении, меньшемъ давленія въ тройной точкѣ, температура возгонки лежитъ выше температуры кипѣнія, которую жидкость имѣла бы, если бы она существовала при этомъ давлении. Но тутъ „бы“ можно выпустить: жидкость, вообще говоря, можно „переохладить“—при условіяхъ, о которыхъ я далѣе буду говорить,—ниже обычной температуры отвердѣванія, и тогда она остается жидкою и при уменьшенномъ давлении, и при достаточномъ пониженіи давленія закипаетъ.

Что температура кипѣнія переохлажденной жидкости падаетъ при уменьшеніи давленія болѣе быстро, чѣмъ температура возгонки, и вслѣдствіе этого оказывается ниже температуры возгонки, можно вывести прямо изъ формулы Томсона. Но легко убѣдиться въ этомъ и изъ того соображенія, что паръ болѣе разнится отъ твердаго тѣла, чѣмъ отъ жидкости, и что уменьшеніе давленія еще болѣе отдаляетъ его отъ твердаго тѣла, чѣмъ отъ жидкости.

Отсюда сейчасъ же можно вывести заключеніе относительно того, что—твердое тѣло или переохлажденная жидкость—будетъ устойчивѣе при температурахъ и давленіяхъ ниже температуры и давленія тройной точки.

Положимъ, у насъ при такой низкой температурѣ въ

закрытомъ сосудѣ находится рядомъ чашка съ твердымъ тѣломъ и чашка съ переохлажденною жидкостью; станемъ повышать температуру,—первою начнетъ обращаться въ паръ жидкость, и ея пары будутъ осѣдать на твердомъ тѣлѣ, непосредственно обращаясь въ твердое состояніе. Точно также, если мы станемъ уменьшать давленіе, то первую станетъ обращаться въ паръ жидкость, такъ какъ „упругость насыщающихъ пространство паровъ“ переохлажденной жидкости больше „упругости насыщающихъ пространство паровъ“ твердаго тѣла при той же температурѣ. Последнее обстоятельство было доказано непосредственными измѣреніями надъ нѣсколькими веществами,—и я приведу лишь нѣкоторыя данныя, относящіяся къ волѣ.

Таблица I.

*Упругость насыщающихъ пространство паровъ.*

| температура | вода  | ледъ  |
|-------------|-------|-------|
| + 0°·0074   | 4·583 | 4·583 |
| ± 0°        | 4·581 | 4·580 |
| — 5°        | 3·162 | 3·010 |
| — 10°       | 2·145 | 1·946 |
| — 20°       | 0·939 | 0·772 |

### Неустойчивыя состоянія вещества.

Такимъ образомъ переохлажденная жидкость представляетъ собою вещество въ *неустойчивомъ* состояніи, а твердое тѣло—въ *устойчивомъ*, и, если только переохлажденная жидкость и то твердое тѣло, которое изъ нея можетъ получиться, придуть въ соприкосновеніе, жидкость должна переходить въ твердое состояніе. Поэтому, если мы хотимъ переохладить расплавленное твердое тѣло, мы должны тщательно слѣдить, чтобы въ эту жидкость не попалъ извнѣ ни одинъ кусочекъ этого твердаго тѣла, чтобы какая нибудь отдѣльная капля ея на стѣнкахъ сосуда не застыла раньше всей массы и не дала такихъ кристалликовъ; точно также должны мы наблюдать, чтобы какое нибудь другое твердое

тѣло или просто толчокъ, сильное встряхиваніе и т. п. не нарушили неустойчиваго равновѣсія молекулъ и не заставили этимъ жидкость превратиться въ твердое состояніе.

Но единственнымъ вѣрнымъ средствомъ для нарушенія такого неустойчиваго равновѣсія является всетаки кристалликъ даннаго твердаго тѣла, который, будучи внесенъ въ переохлажденную жидкость, является „затравкою“, „зерномъ кристаллизаціи“.

Вы видите теперь на экранѣ изображеніе стеклянной оттянутой трубки, опущенной въ колбу съ переохлажденнымъ расплавленнымъ сѣрноватистокислымъ натромъ (гипосульфитомъ), который плавится при  $56^{\circ}$ ; жидкость эта остается жидкою при комнатной температурѣ неопредѣленно долго, но достаточно бросить въ эту оттянутую трубку кристалликъ гипосульфита, какъ отъ этого „зародыша“ начинается кристаллизація: закристаллизовывается сначала жидкость въ трубкѣ, а затѣмъ кристаллъ начинаетъ расти на нижнемъ концѣ ея во всѣ стороны (рис. 3).

На этомъ примѣрѣ отчетливо видна необходимость „зерна“, „затравки“, „ядра“, „зародыша“ для перехода изъ жидкаго состоянія въ твердое — необходимость, которая обнаруживается и при всѣхъ другихъ переходахъ изъ одного состоянія въ другое. Безъ такихъ „зеренъ“, „зародышей“ вещество можетъ легко получиться въ состояніи, которое не соотвѣтствуетъ наличнымъ условіямъ температуры и давленія, которое будетъ поэтому неустойчивымъ равновѣсіемъ и изъ котораго его можно вывести соотвѣствующимъ зародышемъ.

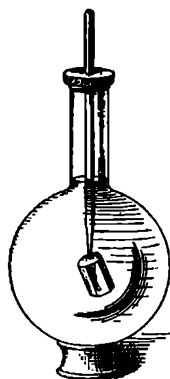


Рис. 3.

Разберемъ еще нѣсколько такихъ неустойчивыхъ состояній—такихъ „пере“-состояній, „сверх“-состояній, съ которыми такъ же трудно имѣть дѣло, какъ съ „сверх“-людьми. Здѣсь передъ вами стаканъ съ зельтерскою водою—„пересыщеннымъ“ растворомъ углекислаго газа въ водѣ съ прибавкою нѣкоторыхъ солей—: достаточно бросить туда ложку мелкаго сахара, каждая частица котораго несетъ на себѣ слой