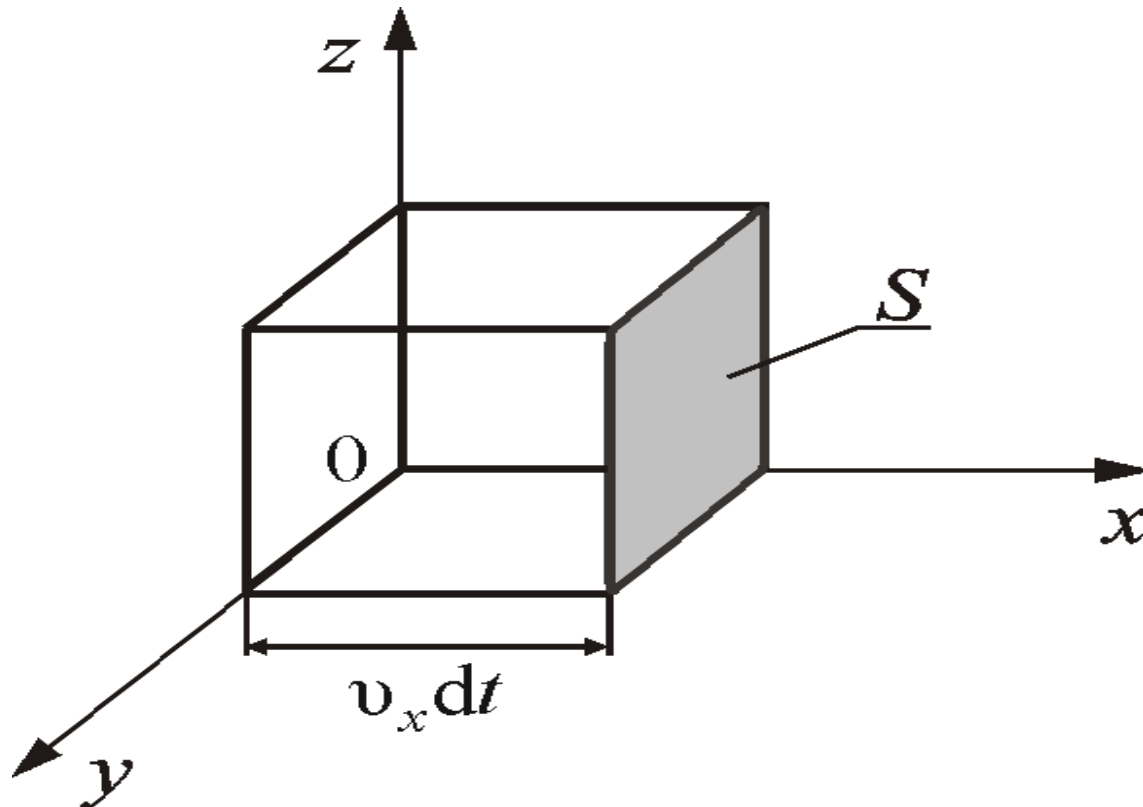
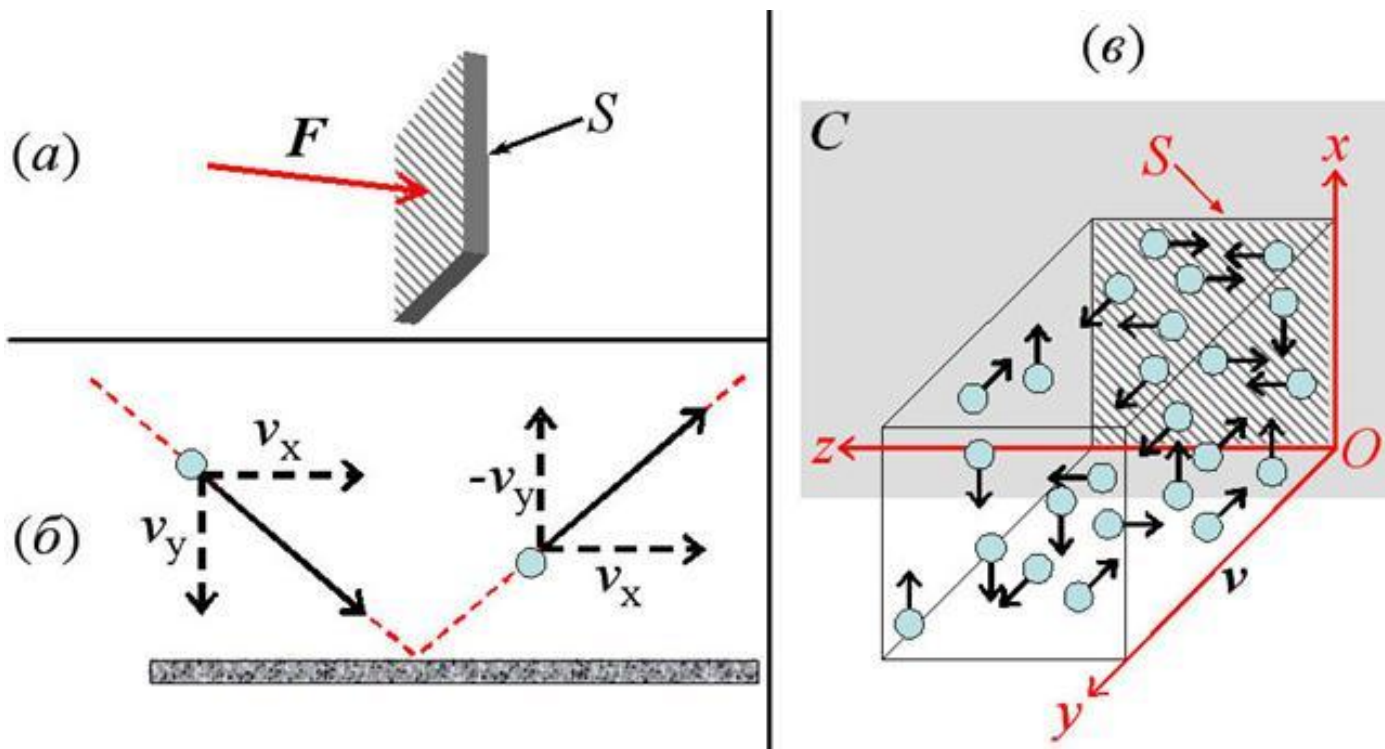


Газдың қысымы. Молекула-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі

Газ тепе-теңдік күйде, онда барлық N_i молекулалар жылдамдығы бірдей және декарт координаттар жүйесінің үш осьтері бойымен $1/6$ бөлігі оң бағытта, ал $1/6$ бөлігі кері бағытта қозғалады, Қозғалыс бағыттарының ықтималдығы бірдей болсын.



Ыдыстың қабырғасына молекула абсолютті серпімді соққан кезде, ол оған сан мәні тең импульс береді



Жалпы анықтамасы бойынша, қысым

S бетке әсер ететін күштің нормаль құраушысының

S -ке қатынасы арқылы анықталады, демек

$$p = \frac{F_n}{S} \quad .(1)$$

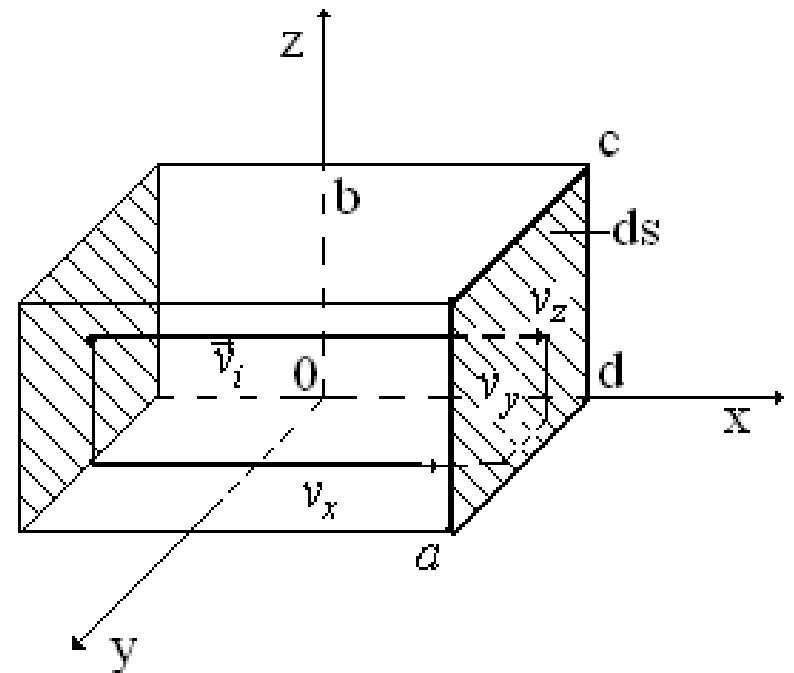
Сонымен, Ox -осіне перпендикуляр ыдыстың ds қабырғасына түсірілген қысымды анықтайық.

Ыдыстағы газ қоспасы $i = 1, 2, 3, \dots, r$ компоненттен құралған, оның толық массасы m

ыдыс көлемінің бірлігіндегі молекулалар саны n мына түрде анықталады

$$m = m_1 + m_2 + \dots + m_r = \sum_{i=1}^r m_i \quad (2)$$

$$n = n_1 + n_2 + \dots + n_r = \sum_{i=1}^r n_i$$

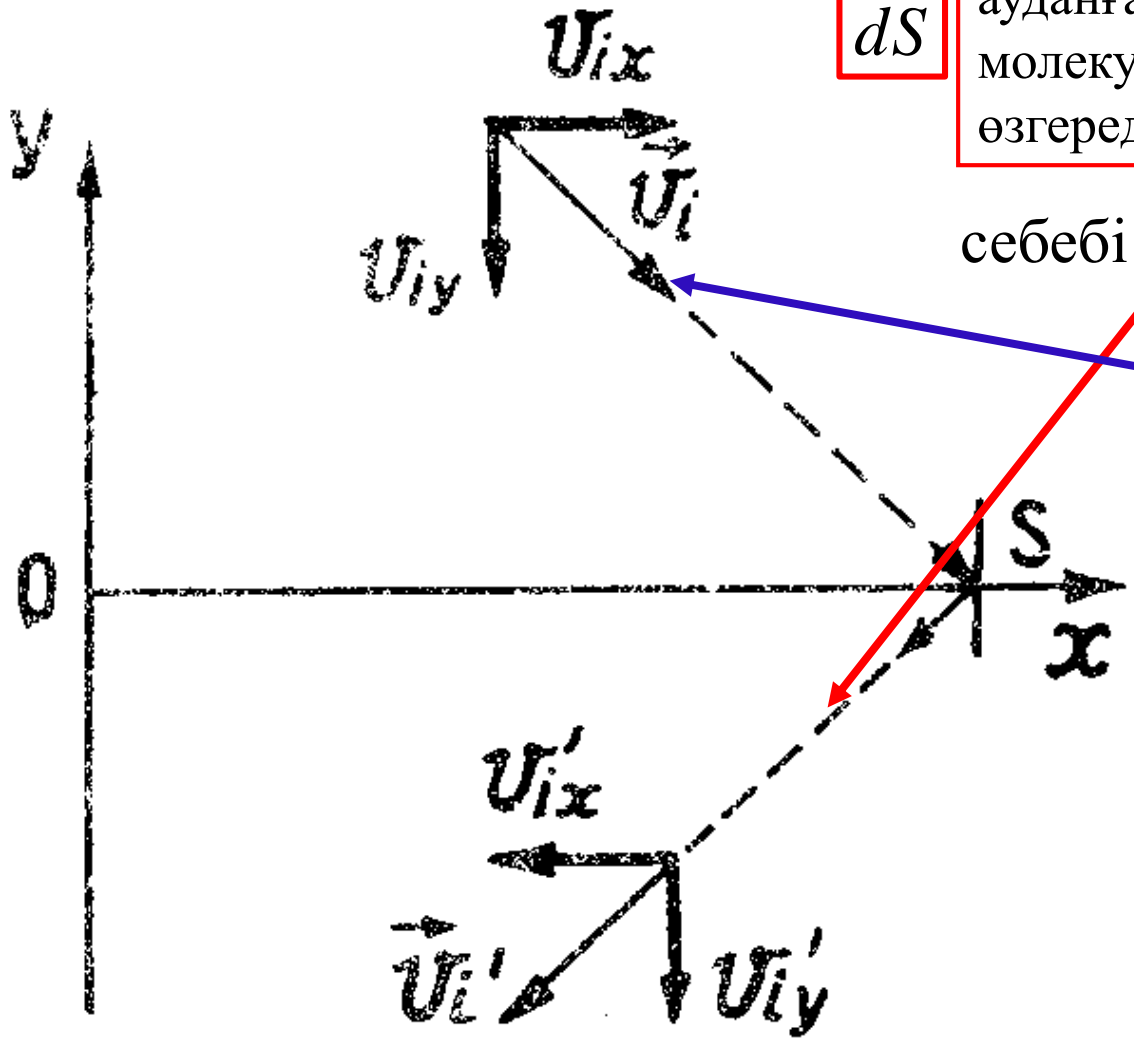


\vec{r} – компоненттердің молекулаларының жылдамдығы әр түрлі.

U_i – Ox осі бағытындағы N_i молекулалардың орташа жылдамдығы

dS ауданға соқтыққаннан кейін молекуланың импульс таңбасы өзгереді,

себебі \vec{U}_i' бағыты \vec{U}_i жылдамдық бағытына кері.



Соқтығысу серпімді, сондықтан $|\vec{v}_i| = |\vec{v}'_i|$

Осыдан молекула импульсінің өзгерісі мынаған тең болады:

$$-m_{0i}v_{ix} - m_{0i}v_{ix} = -2m_{0i}v_{ix} \quad (3)$$

Ньютонның 2-ші заңы бойынша τ уақыт аралығында S ауданға

Ox осі бағытта берілетін импульсті анықтаймыз:

$$K_x = F\tau \quad (4)$$

\mathcal{T} уақыт бойынша орташаланған немесе бірлік уақытта қабырғаға берілетін импульстің қосындысы мынаған тең болады:

$$F = K_x = m_0 n v_x^2 S \quad (5)$$

Осы қосынды импульс қабырғаға әсер ететін күшті Ньютонның екінші заңы бойынша анықтайды. Онда газдың қысымы қосынды импульстің ауданға қатысымен анықталады

$$P = \frac{F}{S} = \frac{m_0 n v_x^2 S}{S} = m_0 n v_x^2 \quad (6)$$

Ox бағытында перпендикуляр бетке газдың түсірген p қысымы

$$p = n m_0 \overline{v_x^2} \quad (7)$$

Молекуланың жылдамдығының координаттар осьтеріне қатысты құраушылары

$$\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2} \quad (8)$$

$$\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$$

Жылдамдықтың x құраушысының орташа мәні былай анықталады:

$$\overline{v_x^2} = \frac{1}{3} \overline{v^2} \quad (9)$$

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \overline{v^2}$$

(10)

Молекула-кинетикалық теорияның негізгі теңдеуі деп аталады.

(10)-өрнектің оң жағын екіге көбейтіп және бөліп, былай жазамыз:

$$p = \frac{2}{3} n \frac{m_0 \overline{v^2}}{2}$$

бір молекуланың
орташаланған
кинетикалық
энергиясы

(11)

$$p = \frac{2}{3} n \overline{E_0}$$

Бернулли теңдеуі

(12)

Тығыздықтың анықтамасын ескеріп, (10) теңдеуді мына түрде жазуға болады:

$$p = \frac{1}{3} n m_0 \langle v^2 \rangle = \frac{1}{3} \rho \langle v^2 \rangle \quad (13)$$

Бұл өрнектен газдың молекулаларының орташа квадраттық жылдамдығын анықтауға болады:

$$\bar{v} = \sqrt{\overline{v^2}} = \sqrt{\frac{3p}{\rho}} \quad (14)$$



Көбікті үрлеген
кезде неге шар
формалы болып
ұшады?



Ағаш отын жанған
кезде нене ұшқын
шашырайды?

Температура және молекулалардың жылулық қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы

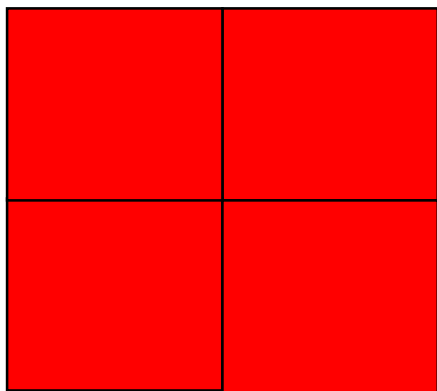
Кез келген заттың ыстық немесе суық болуын сипаттайтын ерекше шаманы температура деп атайды.

Осы айтылғандардан температура заттың құрамындағы жеке молекулалардың орташа кинетикалық энергиясымен байланысты болуын сеземіз. Мысалы, бізге судың буы судың (сұйық) өзінен ыстығырақ, ал мұздан жылы көрінеді. Бір жағынан, осы заттар бір-бірімен түйісетін (контакт) болса, онда олардың температуралары теңеле бастайды, демек жылылығы бірдей болып, жылулық тепе-теңдік күйге келеді. Термодинамиканың нолдік заңы осы қасиетпен негізделеді. Термодинамика заңдары жайлы алда сөз болатындығын айта кетейік. Егер бір-біріне тәуелсіз екі **A** және **B** денелер жеке-жеке үшінші **C** денемен жылулық тепе-теңдікте болса, онда олар бір-бірімен дәл осындай жылулық тепе-теңдікте болады. Басқаша айтқанда, жылулық тепе-теңдік жүйенің барлық нүктелерінде температурасы тең болатынын анықтайды. Бұл заң термодинамиканың нолдік заңы деп аталады.

Жылу алмасу процесінде температураның теңелуі, газдағы молекулалардың орташа кинетикалық энергиясының теңелуін білдіреді.

Осыдан, тепе-теңдік күйге өту кезінде, газдың бір бөлігінен екіншісіне энергия беріледі, бірақ тұтас дене ретінде алынған барлық газдың энергиясы теңелмейді, оның тек бір молекулаға қатысты орташа кинетикалық энергиясы теңеліп отырады, демек

$$\frac{2}{3}n\left(\frac{m_0\langle v^2 \rangle}{2}\right)_1 = \frac{2}{3}n\left(\frac{m_0\langle v^2 \rangle}{2}\right)_2 = \dots = \frac{2}{3}n\left(\frac{m_0\langle v^2 \rangle}{2}\right)_k \quad (1)$$



Молекуланың орташа кинетикалық энергиясының өзгерісі температура болып саналуы тиісті. Температура сияқты, молекуланың орташа кинетикалық энергиясы **аддитивтік шама емес.**

Молекулалардың ілгерілемелі қозғалысының орташа кинетикалық энергиясын температура ретінде қарастырып, қандайда бір θ шамаға тең болсын:

$$\frac{2}{3} \left(\frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2} \right) = \theta . \quad (2)$$

Егер θ температураны сипаттаса онда оның өлшем бірлігі градус болуы тиіс. Онда (2)-өрнектегі энергияның өлшемін градусқа ауыстыратын коэффициентті кіргізуіміз қажет:

$$\frac{2}{3} \left(\frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2} \right) = kT \quad \text{осыдан} \quad \left(\frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2} \right) = \frac{3}{2} kT . \quad (3)$$

(3)-ші формула бойынша температура нөлге тең болғанда, молекулалардың хаосты ретсіз қозғалысының орташа кинетикалық энергиясы ноль болады, демек молекулалардың хаосты қозғалысы тоқталады. Осы температура абсолюттік ноль, демек абсолюттік температуралық шкаланың бастапқы санақ басы болады.

Термометрлер. Температураның өлшем бірлігі

Температураны өлшеу үшін (3) өрнекті пайдалануға болар еді

$$T = \frac{2}{3k} \frac{m_0 \langle v^2 \rangle}{2}$$

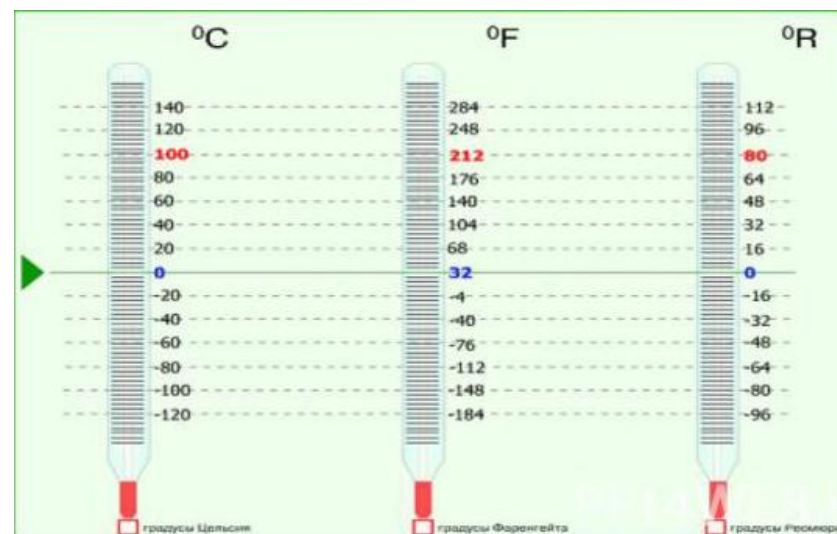
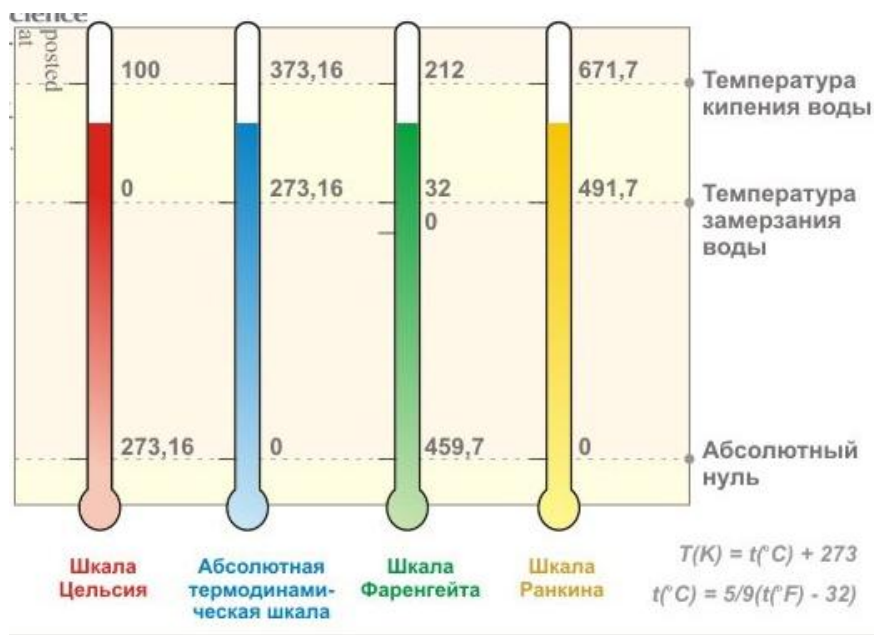


Яғни, молекулалардың ілгерлемелі қозғалысының кинетикалық энергиясын өлшеу арқылы. Бірақ ол мүмкін емес жағдай. Сол себепті температураны басқа теңдеу арқылы табамыз.

T – шамасы **абсолют температура** деп аталады, өлшем бірлігі Кельвин (K).

Термометрлік шаманың температураға тәуелділігін сандық түрде сипаттау үшін *температуралық шкала* құрылады

1. Цельсий шкаласы (C)
2. Фаренгейт шкаласы (F)
3. Кельвин шкаласы (K)
4. Реомюр шкаласы (R)
5. Ранкин шкаласы (Ra)





Цельсий шкаласы (С)

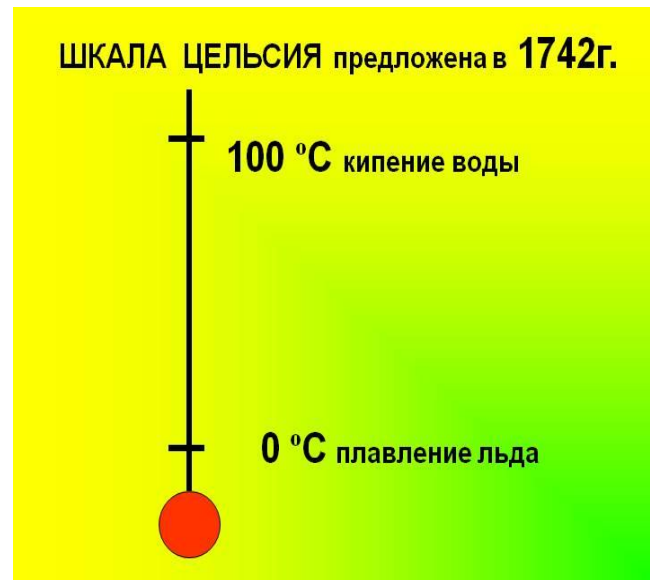
Цельсий Андрес (27.02.1701-25.04.1744) швед астрономы және физигі.

1742 жылы жүзградусты термометр шкаласын ұсынған.

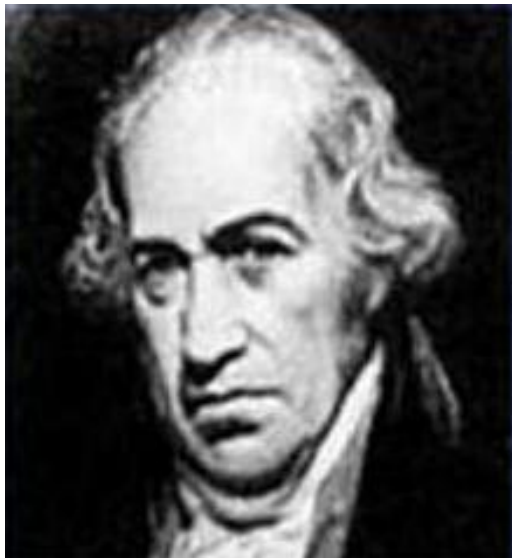
Ноль градус деп қалыпты атмосфералық қысымда судың қайнау температурасын, ал жүз градус деп мұздың еру температурасын алған.

Қазіргі Цельсий шкаласы кейіннен енгізілген

$$1^{\circ} C = \frac{T_k - T_0}{100}$$



Фарангейт шкаласы (F)

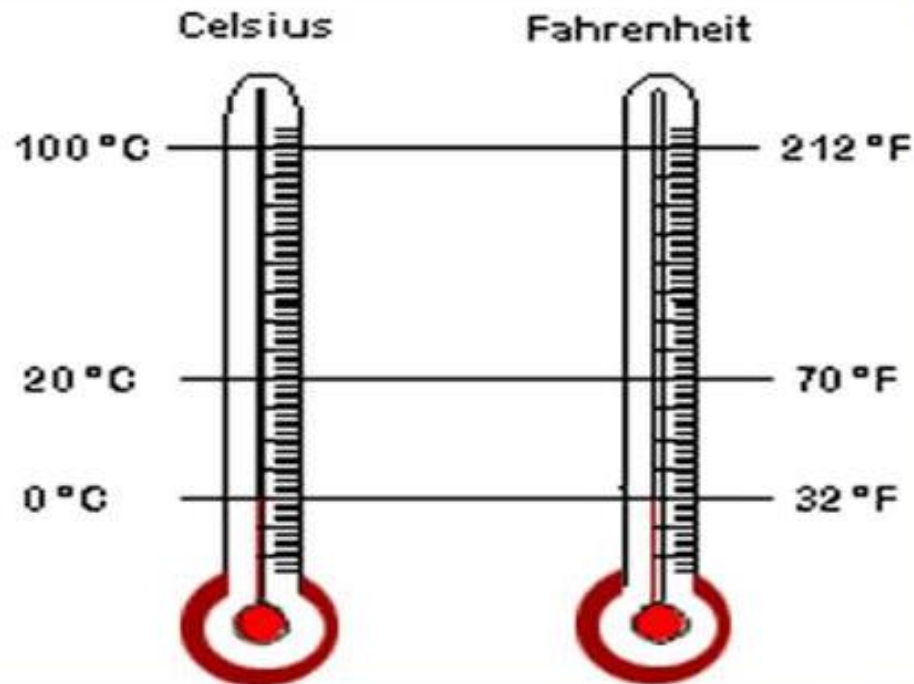


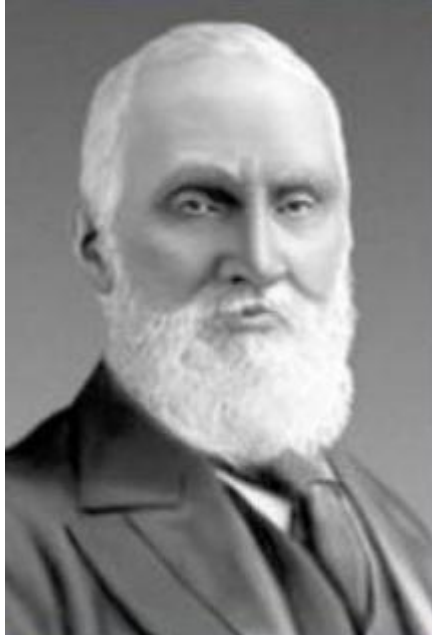
Габриель Даниель Фарангейт (1686-1736) поляк физигі.

Фарангейт шкаласы 1709 жылдың қысында ұсынылған.

Ноль деп қыстың суық күнінде ғалымның термометрінің сынабының ең төмен түскен нүктесі алынған.

Бұл жүйе бойынша су теңіз деңгейінде +32 градус, қайнау +212 градусқа тең болған. Бұл шкала АҚШ пен Ұлыбританияда көп қолданылады.





Кельвин шкаласы (К)

Томсон лорд Кельвин, Уильям
(26.06.1824-17.12.1907)

Белфост (Англия) қаласында
дүниеге келген. 10 жасында Глазго
университетінің студенті атанып,
22 жасында осы университеттің
профессоры атағын алған.





Реомюр шкаласы (R)

Рене Антуан Реомюр (28.02.1683-17.10.1757) француз математигі. Париж ғылым академиясының мүшесі.

Реомюр 1730 жылы өзі ойлап тапқан спиртті термометрді сипаттады. Оның шкаласы судың қатуы мен қайнауы бойынша анықталынды.

1 градус Реомюр мұздың балқуы мен судың қайнауының арасындағы температура интервалының $1/80$ нүктесіне тең.



Ранкин шкаласы (Ra)



Уильям Джон Макуорн Ранкин
Шотландиялық инженер физик.
Ранкин шкаласының басы
термодинамикалық температурасының
нөлімен сәйкес келеді. Шамасы
жағынан $5/9K$ тең

