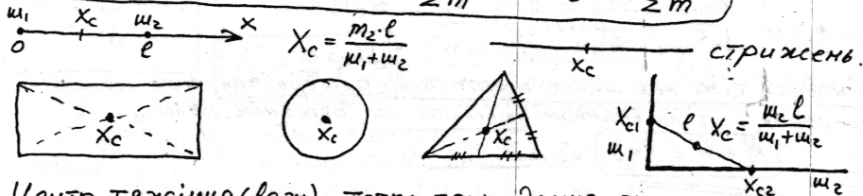


K-11 Загальна умова рівноваги тіла

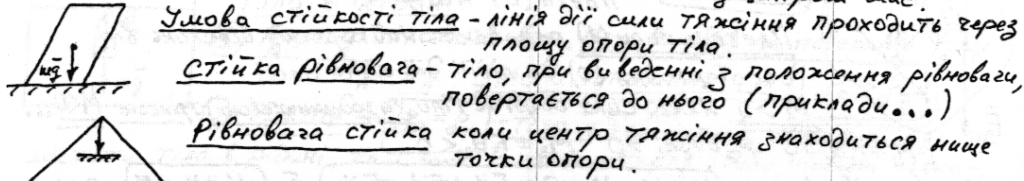
$$\vec{F}_R = \sum \vec{F} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \dots = 0 \quad \sum M = M_1 + M_2 + \dots = 0$$

Центр мас (інерції) - точка, що характеризує розподіл мас у тілі (системі тіл) її координати:

$$X_c = \frac{\sum m_i x_i}{\sum m} \quad Y_c = \frac{\sum m_i y_i}{\sum m} \quad Z_c = \frac{\sum m_i z_i}{\sum m}$$

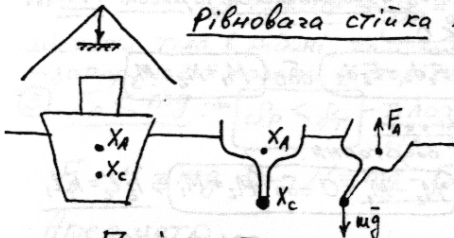


Центр тяжіння (ваги) - точка прикладання сили тяжіння до тіла, для невеликих тіл співпадає з центром мас.

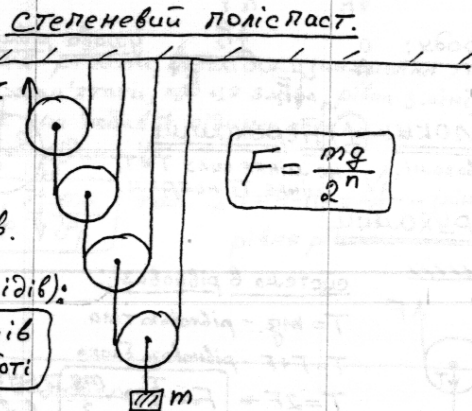
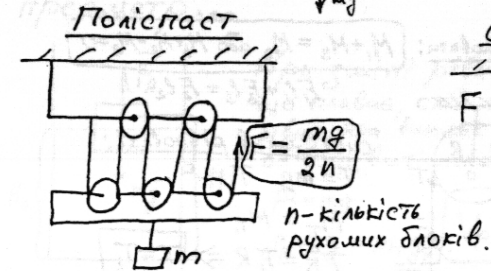


Стійка рівновага - тіло, при виведенні з положення рівноваги, повертається до нього (прикладу...)

Рівновага стійка коли центр тяжіння знаходиться нижче точки опори.



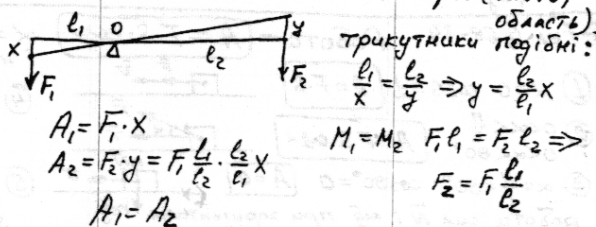
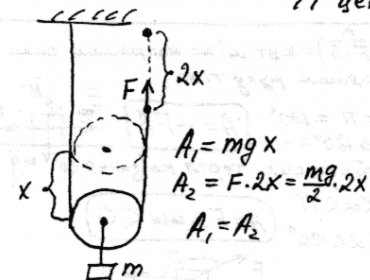
Умова стійкості тіл що плавають: точка прикладання сили Архімеда повинна бути вище за X_c



Золоте правило механіки (з дослідів):

за допомогою простих механізмів не можна отримати вигоди в роботі

6-7 кл § 75 Завдання: Вирізати з картону картку України і визначити її центр мас. Знайти цю точку на карті (місто, область)



K-12 **Енергія (E, W, K, П)** - характеристика стану тіла (системи) характеризує здатність тіла виконати роботу. **Запас енергії тіла** визначається максимальною роботою, яку може виконати тіло, міняючи свій стан. $E = [Дж] [СД]$.

Енергія тіла:

1. **Кінетична енергія (K, Ek)** - енергія руху
2. **Потенціальна енергія (П, Ep)** - енергія взаємодії з іншими тілами.
3. **Теплова (внутрішня) енергія (U)** - енергія руху і взаємодії молекул тіла.

$E = K + П$ - Повна механічна енергія тіла (системи) = кінетична + потенціальна.

$K = \frac{mv^2}{2}$ - Кінетична енергія тіла.

$П = mgh$ - потенціальна енергія тіла піднятого над Землею (енергія взаємодії тіла з Землею) (відлік h - довільний)

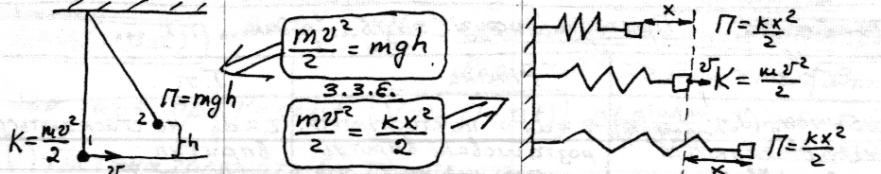
$П = \frac{kx^2}{2}$ - потенціальна енергія пружно деформованого тіла (пружини) (енергія взаємодії частинок тіла).

З.З.Б. - Закон збереження повної механічної енергії - в ізольованій системі тіл, повна механічна енергія залишається постійною, якщо відсутні сили тертя (встановлено експериментально).

$(K_2 - K_1) = -(П_2 - П_1) \Rightarrow \Delta K = -\Delta П$ - При взаємодії тіл ізольованої системи, на скільки збільшується кінетична енергія системи, на стільки зменшується потенціальна і навпаки. Говорять про **перетворення кінетичної енергії в потенціальну і навпаки** $K \rightarrow П \rightarrow K$

Енергія тіла (системи) змінюється при виконанні роботи !!!

Математичний маятник. $K \rightarrow П \rightarrow K$ **Пружинний маятник.**



$\eta = \frac{A_{кор}}{A_{затр}}$ - **К.К.Д.** - коефіцієнт корисної дії - характеристика простих механізмів і двигунів (пристроїв в яких відбувається перетворення енергії).

Aкор - корисна робота - у випадку простих механізмів це, найчастіше, робота по підняттю тіла на певну висоту $A = mgh$.
Aзатр - затрата на роботу - робота яку виконала сила, що прикладена до простого механізму.

- 6-7 кл § 76-80
1. Водяне колесо...
 2. Водяна турбіна...
 3. Вітряк...
- I Приклади явищ в яких відбувається перетворення енергії...
- II Які перетворення енергії відбуваються в:
1. електролампи,
 2. свічки
 3. прасці
 4. електродвигуни
 5. двигуни автомобіля
 6. насосі

K-13 Молекулярна фізика - наука про молекулярну будову і властивості речовин у різних агрегатних станах і їх взаємні перетворення. М.ф. - вивчає макроскопічні тіла...

Основні положення молекулярно-кінетичної теорії (МКТ)

I) **Всі речовини складаються з мікрочастинок (атомів, молекул або іонів), між якими існують проміжки.** (речовина дискретна).

Докази: 1) фотографії ретовин зроблені за допомогою електронних мікроскопів і іонних проекторів (50000 разів збільшення) 2) макроскопічне тіло ділиться на частини 3) Явища випаровування, сублімації, розширення 4) Дифузія 5) стисливість ретовин 6) Дослід з краплиною олії:

$V = 1 \text{ мм}^3$ краплину олії капають на поверхню води, краплина розпливається, виникає плівка, площа якої, як показує дослід, не може бути $> 0,6 \text{ м}^2$ (далі плівка розривається)

Висновки: якщо немає найменших частинок, то плівка розпливається до $S \rightarrow \infty$, а її товщина $h \rightarrow 0$. Те, що плівка не розпливається, свідчить про існування мікрочастинок (товщина плівки не може бути менша за розміри однієї частинки $\infty \dots \infty$).

Результат: $V = h \cdot S \rightarrow h = \frac{V}{S} = \frac{10^{-9} \text{ м}^3}{0,6 \text{ м}^2} \approx 1,7 \cdot 10^{-9} \text{ м} = 17 \text{ \AA}$ - розміри молекул олії

II) **Частинки всіх тіл завжди перебувають у неперервному тепловому (хаотичному, неупорядкованому) русі.**

Докази: 1) Дифузія - явище, при якому речовини самовільно змішуються одна з одною

2) Броунівський рух - рух завислик в рідині або газі мікрочастинок (ці мікрочастинок $\sim 1 \text{ мкм}$ можна побачити в світловий мікроскоп). Цей рух мікрочастинок виникає завдяки дії молекул газу або рідини на завислі в них частинки

III) **Частинки ретовини взаємодіють між собою (в залежності від відстані притягуються або відштовхуються, взаємодія електромагн.)**

Докази: 1) існування т.т. 2) виникнення сили пружності при деформації тіла (з-н Гук...).

~~6-7 клас~~ ~~14-2 клас~~ Приклади: дифузії газів... рідин... т.т. ...

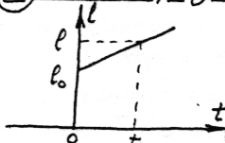
стан	Газ	Рідина	Т.т.
відстань (густина)	$r = 5 \div 10 d_0$ (d_0 - розмір молекули) легко стискаються $\rho \sim \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$r \approx d_0$ не стискаються, розташовані впритул $\rho \sim 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	$r = d_0$ не стискаються впритул $\rho \sim 10^3 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$
Сили взаємодії	дуже малі не зберігають форму і об'єм	досить великі зберігають об'єм форма посудини	великі зберігають форму і об'єм
Рух	поступальний $v^2 \sim 10^3 \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$ швидкість $\lambda \sim 10^7 \text{ м}$ довжина вільного пробігу	поступально - коливальний 10^3 10^8	коливальний рухаються біля положення рівноваги
розташування	хаотичне (неупорядковане)	хаотичне	впорядковане (кристали)
енергія	$ E_{к.з} \gg E_{п.з} $	$E_{к.р} \approx E_{в.р} $	$E_{к.т.т} \ll E_{п.т.т} $
		$ E_{п.з} < E_{п.р} < E_{п.т.т} $	

K-14 Теплове розширення тіл.

Всі тіла при нагріванні розширюються, при охолодженні стискаються. Виключення: вода (H_2O) при охолодженні від 4°C до 0°C розширюється і має най більшу густину при 4°C .

При тепловому розширенні збільшуються всі розміри тіла і зовнішні і внутрішні (розміри порожнин, отворів, щілин - збільшуються).

I) **Лінійне розширення.** $l = l_0(1 + \alpha t)$ - формула лінійного розширення т.т.



l_0 - довжина тіла при $t_0 = 0^\circ\text{C}$, l - довжина при $t^\circ\text{C}$
 $\Delta l = (l - l_0)$ - видовження тіла (абсолютне)
 $\frac{\Delta l}{l_0}$ - відносне видовження тіла

$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 t}$ - коефіцієнт лінійного розширення т.т. (з таблиць) = відношення видовження тіла при зміні температури на 1°C (на 1 K).

Наближені формули: $l_2 = l_1(1 + \alpha \Delta t)$ $\alpha = \frac{\Delta l}{l_1 \Delta t}$ l_1 - довжина при t_1 , l_2 - довжина при t_2 , $\Delta t = (t_2 - t_1)$ - зміна температури

Для т.т. α дуже мале $\alpha \sim 10^{-5} [\frac{1}{\text{град}} = \frac{1}{\text{K}} = \text{K}^{-1}]$

II) **Двовимірне розширення.** Нехай при $t_0 = 0^\circ\text{C}$ $S_0 = a \cdot b$ тоді $S = a \cdot b = a_0(1 + \alpha t) b_0(1 + \alpha t) = a_0 b_0 (1 + 2\alpha t + \alpha^2 t^2) \approx S_0 (1 + 2\alpha t)$

$S = S_0(1 + 2\alpha t)$ - формула залежності площі тіла від температури
 S - площа тіла при $t^\circ\text{C}$, t - температура тіла.
 $S_2 = S_1(1 + 2\alpha \Delta t)$ - наближена формула S_1 - площа при t_1 , S_2 - площа при t_2 , $\Delta t = (t_2 - t_1)$ - зміна температури тіла.

III) **Об'ємне розширення** $V = V_0(1 + 3\alpha t)$ - залежність об'єму т.т. від температури.

$V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta t)$ - наближена формула об'ємного розширення, або $V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$
 $V = V_0(1 + \beta \cdot t)$ - залежність об'єму рідин від температури.

$V_2 = V_1(1 + \beta \Delta t)$ $\beta = \frac{\Delta V}{V_1 \Delta t} = \frac{\Delta V}{V_1 t}$ - коефіцієнт об'ємного розширення (з табл.)
 $\beta_{\text{рідин}} \sim 10^{-3} \gg \beta_{\text{т.т.}} \sim 10^{-5}$ $\beta_{\text{т.т.}} = 3\alpha$

Для газів при $P = \text{const}$ $V = V_0(1 + \beta t)$ $\beta = \frac{1}{273} \text{ K}^{-1}$ майже однакове для всіх газів.

IV) **Густина залежить від температури** $\rho = \rho_0(1 - \beta t)$ - залежність густини від температури $\rho_2 = \rho_1(1 - \beta \Delta t)$

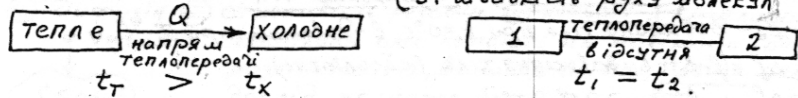
- α і β - слабо залежать від температури.
- $l_1 = l_0(1 + \alpha t_1) \rightarrow l_0 = \frac{l_1}{(1 + \alpha t_1)} = l_1(1 - \alpha t_1)$
 $l_2 = l_0(1 + \alpha t_2) \rightarrow l_2 = l_1(1 - \alpha t_1)(1 + \alpha t_2) = l_1(1 + \alpha t_2 - \alpha t_1 - \alpha^2 t_1 t_2) \approx l_1(1 + \alpha \Delta t)$
- $S_2 = S_1(1 + 2\alpha \Delta t)$ виведення...
- $V = V_0(1 + 3\alpha t)$ виведення... (членами з α^2 ; α^3 нехтують)
- $V_2 = V_1(1 + 3\alpha \Delta t)$ виведення...
- $\rho = \rho_0(1 - \beta t)$ виведення... (використовують наближену формулу $\frac{1}{(1+a)} \approx 1-a$)

[K-15] Теплова (термодинамічна) рівновага - стан ізольованої системи до якого вона переходить самовільно з часом - в цьому стані всі параметри системи залишаються незмінними довільно довго.

Температура ($T [K], t [^{\circ}C]$) - величина, що характеризує стан теплової рівноваги системи, тобто система в тепловій рівновазі характеризується певною температурою.

0^{II} з-н. термодинаміки: у всіх частин системи, що перебуває в тепловій рівновазі, температура однакова.

Температура характеризує { 1. ступінь нагрітості тіл.
2. напрям теплообміну.
3. швидкість руху молекул



Температура - міра середньої кінетичної енергії руху молекул, - $T \sim E_k; E_k = \frac{3}{2} kT = \frac{m_0 v^2}{2}$ - фізичний зміст температури

Температурні шкали.

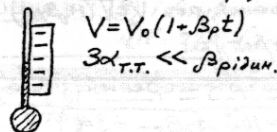
шкала Цельсія	$t [^{\circ}C]$ - градус Цельсія
шкала Кельвіна	$T [K]$ - кельвін $T = t + 273$ $\Delta T = \Delta t$
шкала Фаренгейта	$t [^{\circ}F]$ - градус Фаренгейта

$T = 0K$ - абсолютний нуль температури - мінімальна, теоретично можлива, температура в природі

Термометр - завжди показує власну температуру. Для вимірювання температури термометр приводять в контакт з тілом, через деякий час настає теплова рівновага ($t_{\text{термом.}} = t_{\text{тіла}}$). (Термометри інерційні і децю змінюють t тіла).

Термометри.

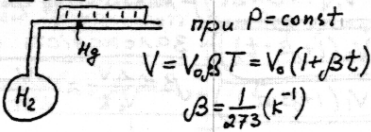
Рідинні (ртуть, спирт).



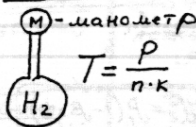
Металеві



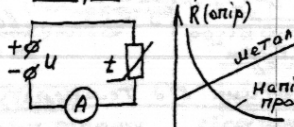
Газові (об'ємні).



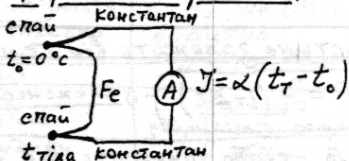
Газові (тиску)



Опору (електричного)



Термоелектричний.



- 1) Система тіл - сукупність тіл, що розглядаються
- 2) Ізольована система - відсутній теплообмін системи з оточуючим середовищем.
- 3) Реперні точки температурної шкали ...
Суміш льоду і води - $t_{\text{суміш}} = 0^{\circ}C = 273K = 31^{\circ}F$
Температура кипіння води при $P_0 = 10^5 Pa$ $t_k = 100^{\circ}C = 373K = 212^{\circ}F$
- 4) Біметалічна пластинка ...

[K-16] Повна енергія тіла $E = K + \Pi + U$

Механічна енергія. { K - кінетична енергія механічного руху тіла
 Π - потенціальна енергія взаємодії тіл з іншими тілами.

U - внутрішня енергія тіла складається:

1. кінетична енергія теплового руху молекул тіла.
2. потенціальна енергія взаємодії молекул тіла між собою.
3. енергія електронних оболонок атомів і іонів (хімічна).
4. кінетична і потенціальна енергія взаємодії нейтронів і протонів в ядрах атомів (ядерна).

В термодинаміці внутрішня енергія тіла визначається його температурою T (кінетична енергія руху молекул) і об'ємом V (потенціальна енергія взаємодії молекул). $U = f(T, V)$

Зміна внутрішньої енергії тіла означає зміну його T або V навпаки.
Зміна внутрішньої енергії тіла завжди зв'язана з його взаємодією з іншими тілами і оточуючим середовищем.

U тіла змінюється { 1. при виконанні роботи - A
2. при теплообміні (теплопередачі) - Q !!! $\Delta U = A + Q$

A - робота - кількість енергії передача тілу при силі взаємодії з іншими тілами.

Теплообмін або теплопередача - передача енергії без виконання роботи.

Q - кількість теплоти - кількість енергії передана тілу зовнішніми тілами при теплообміні.

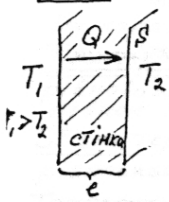
Види теплообміну (теплопередачі) { 1. Теплопровідність
2. конвекція
3. випромінювання !!!

З-н теплообміну Ньютона - застосовують для розрахунку теплообміну між твердим тілом і оточуючою рідиною або газом.
 $Q = \alpha (T_{\text{тіла}} - T_{\text{серед.}}) \cdot S \cdot t$

$T_{\text{тіла}}$ - температура тіла, $T_{\text{серед.}}$ - температура рідини або газу, що оточує тіло.
 α - коефіцієнт тепловіддачі (характеризує тіло і стан його поверхні, визначають експериментально).
 S - площа поверхні тіла
 t - час охолодження (нагрівання) тіла.

- Зва § 2, 3, 7, 21
- 1) Приклади зміни U при виконанні роботи...
 - 2) Приклади зміни U при теплообміні...

K-17 I Теплопровідність - передача енергії від більш нагрітих частин тіла до менш нагрітих, внаслідок теплового руху і взаємодії молекул (сама речовина не переміщується). Цим способом передається енергія в твердих тілах, рідко в рідинах і газах.



Рівняння теплопровідності (Фур'є) - дає можливість розрахувати кількість теплоти, що передається від середовища з T_1 до середовища з $T_2 < T_1$ через стінку шириною l , площею S за час t .

$$Q = k \cdot \frac{\Delta T}{l} \cdot S \cdot t$$

$k = \left[\frac{Вт}{м \cdot К} \right]$ - коефіцієнт теплопровідності (залежить від матеріалу стінки береться з таблиць).

Метали (мізь $k=400$, залізо $k=70$) - велика теплопровідність (добре проводять тепло).

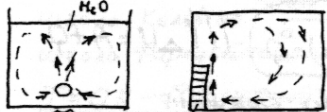
Гази (повітря $k=0,02$)

Рідини (H_2O $k=0,5$)

Т.Т. (не метали) (деревина $k=0,2$, вівна $k=0,03$)

Вакуум ($k=0$) - ідеальний теплоізолятор.

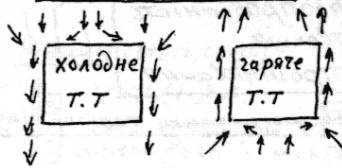
II Конвекція - передача енергії в газах, рідинах або між газом (рідиною) і твердим тілом як природними, так і примусовими тегіями.



батарея опалення.

Тегії в неоднорідно нагрітих рідинах і газах виникають тому, що більш нагріті ділянки мають меншу густину ($\rho = \rho_0(1 - \beta t)$) і з боку сусідніх ділянок на них діє виштовхувальна сила (Архімеда). Ці ділянки піднімаються, збільшуючи місце для інших. При русі, більш нагріті ділянки контактують з холодними, віддаючи їм свою енергію (теплопровідність) - температура в посудині вирівнюється.

Охолодження і нагрівання Т.Т. в рідинах і газах



спочатку нагрівається повітря біля поверхні Т.Т. (теплопровідність), і починається конвекція.

В рідинах і газах частка енергії передана конвективними потоками >> за енергію передачу теплопровідністю !!!

8 кл. § 4,50 Розібрались з малюнками в підрозділу, відповіді на запитання і вивокати Вправу N1; N2 - в робочому зошиті

2. Навести 5 прикладів теплопровідності... пожити.

3. Вакуум... Теплоізолятор...

4. Горить вогнище. Стрілками показати напрями потоків повітря.

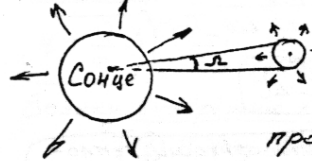
5. Різні тіла перебувають в тепловій рівновазі. Які з них здаються людині, при дотикі, теплішими, які холоднішими? Чому?

K-18 III Випромінювання (теплове випромінювання) - передача енергії, що відбувається без контакту тіл. Полягає у випусканні (випромінненні) і поглинанні тілами електромагнітних хвиль - світла (видимого і невидимого (інфрачервоного)).

Всі тіла випромінюють електромагнітні хвилі за рахунок своєї внутрішньої енергії - теплове випромінювання

$E = \sigma \cdot T^4 \cdot S \cdot t$ - з-м Стефана-Больцмана - енергія теплового випромінювання пропорційна T^4 (температурі), площі поверхні тіла S та часу t .

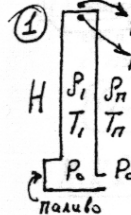
Тіла порівному поглинають випромінювання: чорні тіла поглинають любе світло (випромінюють любе), прозорі не поглинають видиме, а поглинають невидиме (випромінюють невидиме)



Теплообмін між Сонцем і Землею.

Земля поглинає частину випромінювання, що йде від Сонця (видиме, ультрафіолетове, інфрачервоне), і сама випромінює енергію (інфрачервоне проміння) у всі сторони. $Q_{\text{сонцеземля}} = Q_{\text{земля}}$ - температура Землі постійна.

Теплообмін в природі і техніці.

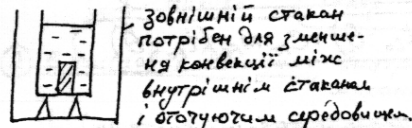


1. Тяга у котельних установах досягається встановленням труби, що виступає вгору (рух повітря) потрібні для горіння палива.

2. Парник (скло або плівка) пропускають видиме світло, яке нагріває землю. Земля випромінює інфрачервоне світло, яке плівка не пропускає назовні => в парник більше поступає енергії ніж виходить.

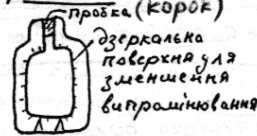
3. Теплоізовані системи.

Калориметр - стакан в стакані



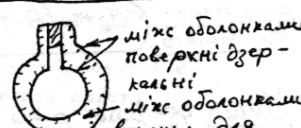
Зовнішній стакан потрібен для зменшення конвекції між внутрішнім і зовнішнім середовищем.

Термос



пробка (корк) з дзеркальками поверхні для зменшення випромінювання

Посудина Дюара



між оболонками поверхні дзеркальні між оболонками вакуум, для зменшення теплопровідності

(використовують для зберігання зріджених газів при низьких температурах)

8 кл. § 6,7 1. Вправи N3,4, запитання - в робочому зошиті

2. Кастрию з водою поставили на вогонь. Описати, як відбувається нагрівання води.

3. Намалювати схеми виникнення денного і нічного бризу, пояснити його виникнення.

4. Водяне опалення в будинку: схема... коротке пояснення...

5. Парниковий ефект в атмосфері...

K-19 Q - кількість теплоти-енергія, яку приймає ($Q > 0$) або віддає ($Q < 0$) тіло при теплообміні.

$Q = c \cdot m \cdot \Delta t$ - формула для розрахунку кількості теплоти, яку тіло отримує ($Q > 0$) при нагріванні ($\Delta t > 0$) або віддає при охолодженні ($\Delta t < 0$) ($Q < 0$).

$Q = [Дж]$, $m = [кг]$ - маса тіла, $\Delta t = t_2 - t_1 = [^{\circ}C = K]$ - зміна температури тіла.

$c = \frac{Q}{m \Delta t} \left[\frac{Дж}{кг \cdot K} = \frac{Дж}{кг \cdot ^{\circ}C} \right]$ - Питома теплоємність (з таблиці) - кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання ретовини масою 1кг на $1^{\circ}C$ (на 1К).

$c_{води} = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot K}$ $c_{лизу} = 2100 \frac{Дж}{кг \cdot K}$ $c_{стали} = 500 \frac{Дж}{кг \cdot K}$

Питома теплоємність ретовини змінюється в залежності від T і P .

$C = c \cdot m$ - теплоємність тіла $C = \frac{Q}{\Delta t} \left[\frac{Дж}{K} \right]$ $Q = C \cdot \Delta t$

На чисельних експериментах встановлено, що коли між тілами, теплоізованою системою, відбувається теплообмін, то кількість теплоти яку отримали тіла, що нагріваються, дорівнює кількості теплоти яку віддають тіла, що охолоджуються

$\sum Q_{отримане} = |\sum Q_{віддане}|$ - рівняння теплового балансу

Приклад:

Θ (тета) - кінцева температура суміші.

Увага!!! В рівнянні теплового балансу всі Δt повинні бути додатні

$c_{Cu} m_{Cu} (\Theta - t_{Cu}) + c_{Fe} m_{Fe} (\Theta - t_{Fe}) = c_{р} m_{р} (\Theta - t_{р})$

Інша форма р-ня теплового балансу (для теплоізованої системи)

$Q_1 + Q_2 + Q_3 + \dots = 0$ - внутрішня енергія системи залишається незмінною

$c_k m_k (\Theta - t_k) + c_r m_r (\Theta - t_r) + c_{Cu} m_{Cu} (\Theta - t_{Cu}) + c_{Fe} m_{Fe} (\Theta - t_{Fe}) = 0$ В цьому рівнянні $\Delta t = (\Theta - t_{потажовс})$ для різних тіл може бути $\Delta t > 0$ (тіло приймає енергію, нагрівається), $\Delta t < 0$ (тіло віддає енергію, охолоджується).

Зкл. § 8,9,10 ① Відповісти на запитання в кінці параграфів.

- ② Калорія - ... , $1 \text{ кал} = \dots \text{ Дж}$.
- ③ В § 10 уважно розібрати приклади 1 і 2.
- ④ В робочому зошиті виконати вправу 5
- ⑤ $\Delta t = \Delta T$ $Q = c \cdot m \cdot \Delta t = c \cdot m \cdot \Delta T$

⑥ Теплоємність питома залежить від умов нагрівання тіла.
Наприклад: питома теплоємність при сталому тиску c_p менша за теплоємність при сталому об'ємі c_v . При сталому тиску тіла при нагріванні розширюються, тобто виконують роботу над оточуючими тілами (газами), що і вимагає більшої теплоти $c_p > c_v$

K-20 При згорянні палива (ретовини що містять багато вуглецю) відбувається хімічна реакція $C + O_2 \rightarrow CO_2$, при якій виділяється енергія у вигляді теплового руху молекул (зростає T ретовини), тобто відбувається перетворення внутрішньої хімічної енергії ретовини у внутрішню енергію теплового руху молекул (це пояснюється тим, що при утворенні молекули CO_2 атоми C і O починають взаємодіяти між собою, тобто "зростає" потенціальна енергія взаємодії атомів (хімічна), але ця енергія відіється, тобто повна хімічна енергія частинок зменшується \rightarrow це означає виділення енергії, тобто зростає енергія теплового руху молекул.

$Q = q \cdot m$ - кількість теплоти, що виділяється при згорянні палива масою m .

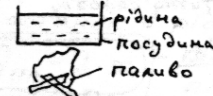
$q = \frac{Q}{m} \left[\frac{Дж}{кг} \right]$ - питома теплота згоряння палива (з табл.) - кількість теплоти, що виділяється при згорянні 1кг палива.

Велику внутрішню енергію продуктів згоряння використовують:

- ① В нагрівниках, для нагрівання інших ретовин
- ② В теплових двигунах, для виконання роботи.
- ③ Нагрівають воду в котельних установках теплових електростанцій, опалювальних систем житла, виробництва; плавильні печі - розігрівання і плавлення металів в металургії

$Q_{палива} \geq Q_{спожита}$ - знак рівності в ідеальному випадку відсутності втрат.

К.К.Д. нагрівника $\eta = \frac{Q_{кор}}{Q_{затр}} = \frac{c_p m_p \Delta t_p + c_r m_r \Delta t_r}{q \cdot m} = \frac{N_{кор}}{N_{затр}}$



$N_{кор} = \frac{Q_{кор}}{t}$ $N_{затр} = \frac{Q_{затр}}{t}$ - теплова потужність.

② В теплових двигунах внутрішня енергія палива перетворюється в механічну енергію, тобто виконується робота.



$A = P \cdot \Delta V = F \cdot x = P \cdot S \cdot x = P \cdot \Delta V$ - робота газу при $P = const$

К.К.Д. теплового двигуна $\eta = \frac{A_{кор}}{Q_{затр}} = \frac{F \cdot l}{q \cdot m} = \frac{N_{кор}}{N_{затр}}$

$N_{кор} = \frac{A_{кор}}{t} = \frac{F_{кор} \cdot l}{t} = F_{кор} \cdot v$ $N_{затр} = \frac{Q_{затр}}{t} = \frac{q \cdot m}{t}$

Зкл. § 11, 21, 24 (22, 23). ① Відповісти на запитання в кінці § 8

- ② Виконати в робочому зошиті вправу 6.
- ③ Найпоширеніші види палива ... їх $q = \dots$

q - кю маленьке Q - кю велике.