ព្រះរាជាណាចក្រកម្ពុជា
ជាតិ សាសនា ព្រះមហាក្សត្រ

មន្ទីរអប់រំ យុវជន និងកីឡា
ខេត្តសៀមរាប

វិទ្យាល័យអង្គរ

រូបមន្តសង្ខេប

រូបវិទ្យា

ថ្នាក់ទី១២

សម្រាប់ត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

បង្រៀនដោយៈ ដូ ចំណាន

រូបមន្តសង្ខេប

ត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

ជួ ចំណាន
Tel: 012 881 986

***មេរៀនទី១ ទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន

1). គោលទ្រឹស្តីស៊ីនេទិចនៃឧស្ម័ន:

-ម៉ូលេគុលឧស្ម័នមានចលនាឥតឈប់ឈរ និងគ្មានសណ្តាប់ធ្នាប់។

-ទង្គិចរវាងម៉ូលេគុល និងធុងផ្ទុកវាជាទង្គិចខ្ទាត ។

-សន្មតនៅចន្លោះពេលទង្គិច ម៉ូលេគុលមានចលនាត្រង់ស្មើ ។

-តម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិចរបស់ម៉ូលេគុលអាស្រ័យនឹងសីតុណ្ហភាព។

-គេចាត់ទុកម៉ូលេគុលឧស្ម័ននីមួយៗ ជាចំនុចរូបធាតុ ។

2). សីតុណ្ហភាពដាច់ខាត: $T = t + 273$

3). ចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន (n): $n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A} = \frac{V}{V_{mol}}$

4). សម្ពាធលើផ្ទៃខាង: $P = \frac{F}{A}$ ★**កម្លាំងសរុប:** $F = N \times F_0$

5). បម្រែបម្រួលបរិមាណចលនាក្នុង Δt ស្មើអាំពុលស្យុង: $F_0 \cdot \Delta t = \Delta P$

6). ទំនាក់ទំនងសម្ពាធឧស្ម័ន និងតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិច:

$$P = \frac{2}{3}\left(\frac{N}{V}\right)K_{av} = \frac{2}{3}\left(\frac{N}{V}\right)\times\frac{1}{2}m_0\left(v^2\right)_{av}$$

7). សមីការឧស្ម័នបរិសុទ្ធ:

$$PV = nRT = k_B NT = \frac{2}{3}NK_{av}$$

★**ថេរបុលស្មាន់:** $k_B = \frac{R}{N_A}$

★**ភាពដើម:** $P_1V_1 = nRT_1$ ①

★**ភាពស្រេច:** $P_2V_2 = nRT_2$ ②

8). ថាមពលស៊ីនេទិចមធ្យមនៃម៉ូលេគុលឧស្ម័នទី១ៗ(1ម៉ូលេគុល):

$$K_{av} = \frac{3}{2}k_B T = \frac{3PV}{2N} = \frac{1}{2}m_0\left(v^2\right)_{av}$$

9). ថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃឧស្ម័ន (N ម៉ូលេគុល):

$$K = NK_{av} = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}k_B NT = \frac{3}{2}PV$$

10). ល្បឿនប្រសិទ្ធ=ឬសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម $\left(v_{rms} = \sqrt{(v^2)_{av}} = v_{av}\right)$:

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3k_B T}{m_0}} \Leftrightarrow T = \frac{m_0\left(v_{rms}\right)^2}{3k_B}$$

$$v_{rms} = \sqrt{\frac{3RT}{M}} \Leftrightarrow T = \frac{M\left(v_{rms}\right)^2}{3R}$$

✧ $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ **ម៉ូលេគុល** $/ mol$

✧ $k_B = 1.38 \cdot 10^{-23} J/K$ **ជាថេរបុលស្មាន់**

✧ $R = 8.31 J/mol \cdot K$ **ជាថេរឧស្ម័នបរិសុទ្ធ**

✧ $V_{mol} = 22.4 \ell / mol$ **ជាមាឌនៅលក្ខខ័ណ្ឌធម្មតា**

$n(mol)$ ជាចំនួនម៉ូលនៃឧស្ម័ន

N ជាចំនួនម៉ូលេគុលសរុបនៃឧស្ម័ន

N_A (ម៉ូលេគុល $/ mol$): ជាចំនួនអាវ៉ូកាដ្រូ

$T(K)$ ជាសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត

$t(°C)$ ជាសីតុណ្ហភាពសែលស្យុស

$\Delta P(kg \cdot m/s)$ ជាបរិមាណចលនា

★ទង្គិចស្អក់: $\Delta P = m_0 v$

★ទង្គិចខ្ទាត: $\Delta P = 2m_0 v$

$m(kg)$ ជាម៉ាសសរុបនៃឧស្ម័ន

$m_0(kg)$ ម៉ាសម៉ូលេគុលនី១ៗ

$M(kg/mol)$ ជាម៉ាសម៉ូលនៃឧស្ម័ន

$V(m^3)$ ជាមាឌរបស់ឧស្ម័ន ឬមាឌគូប

$P(Pa; N/m^2)$ ជាសម្ពាធនៃឧស្ម័ន

$\Delta t(s)$ ជាបម្រែបម្រួលរយៈពេល

$A(m^2)$ ជាក្រលាផ្ទៃខាងគូប(ផ្ទៃខាងធុង)

$F(N)$ ជាកម្លាំងសរុបលើផ្ទៃខាង

$F_0(N)$ ជាកម្លាំង១ម៉ូលេគុលឧស្ម័ន

$L(m)$ ជាប្រវែងទ្រនុងខាងគូប(ជ្រុង)

$K_{av}(J)$ ជាតម្លៃមធ្យមនៃថាមពលស៊ីនេទិច

$K(J)$ ជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុប

$\rho(kg/m^3)$ ជាម៉ាសមាឌនៃឧស្ម័ន

$v_{rms}(m/s)$ ជាល្បឿនប្រសិទ្ធនៃម៉ូលេគុល ឬ ល្បឿនឫសការេនៃការេល្បឿនមធ្យម

$v(m/s)$ ជាល្បឿននៃឧស្ម័ន

★**ខ្នាតសម្ពាធ:** $1atm = 76cmHg = 10^5 Pa$

★**ខ្នាតមាឌ:** $1\ell = 1dm^3 = 10^{-3}m^3$

①**ម៉ាសមាឌនៃឧស្ម័ន:** $\rho = \frac{m}{V}$ ②**ម៉ាសសរុបនៃឧស្ម័ន:** $m = N \cdot m_0$ ③**ទំនាក់ទំនងរវាង** m_0 & M: $M = m_0 \times N_A$

④**មាឌរបស់គូប:** $V = A \cdot L = L^3$ ⑤**មាឌរបស់ស៊ីឡាំង:** $V = A \cdot h$ ⑥**មាឌរបស់ស្វ៊ែ (បាល់ឡុង):** $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

***មេរៀនទី២ ច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច

① ច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិចសិក្សាអំពី: បម្លែងថាមពលកម្តៅ ទៅជាកម្មន្ត ឬ ថាមពលបែបផ្សេងៗទៀត ។

② ពោលច្បាប់ទីមួយនៃទែម៉ូឌីណាមិច: ក្នុងបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច កម្តៅស្រូបដោយប្រព័ន្ធ (Q) ស្មើនឹងផលបូកកម្មន្តដែលបង្កើតឡើងដោយប្រព័ន្ធ (W) និងបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ (ΔU) ។ គេបាន: $Q = \Delta U + W$

③ បំលែងទែម៉ូឌីណាមិច: ប្រព័ន្ធមួយទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិច កាលណាវាផ្លាស់ប្តូរភាពដោយប្តូរតែកម្មន្ត និងកម្តៅជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅប៉ុណ្ណោះ ។

④ ប្រព័ន្ធ: គឺជាវត្ថុ ឬសំណុំវត្ថុដែលគេលើកយកមកសិក្សាធៀបនឹងវត្ថុដទៃទៀត។

⑤ ប្រព័ន្ធទែម៉ូឌីណាមិច: គឺជាប្រព័ន្ធដែលទទួលបំលែងទែម៉ូឌីណាមិចអាចចេញពី ភាពដើមមួយទៅ ភាពស្រេចមួយ តាមដំណើរប្រព្រឹត្តខុសៗគ្នាបាន។

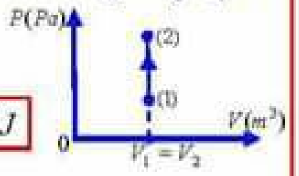
⑥ ភាពនៃប្រព័ន្ធ: គឺជាសំណុំលេខវាស់ទំហំរូបវិទ្យានៅខណៈណាមួយ ។

⑦ បំលែងចំហ: គឺជាបំលែងដែលប្រព័ន្ធមានភាពដើម និងភាពស្រេចខុសគ្នា។

⑧ បំលែងបិទ: គឺជាបំលែងដែល ប្រព័ន្ធមានភាពដើម និងភាពស្រេចដូចគ្នា។

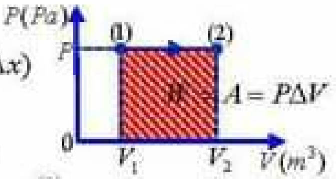
***របៀបរក កម្មន្តបំពេញដោយប្រព័ន្ធ:

1). ករណីមាឌថេរ: លំនាំអ៊ីសូករ(V=ថេរ) ⇒ $W = 0J$



2). ករណីសម្ពាធថេរ: លំនាំអ៊ីសូបា(P=ថេរ)

$W = P\cdot\Delta V = P(V_2 - V_1)$ $(\Delta V = A\cdot\Delta x)$

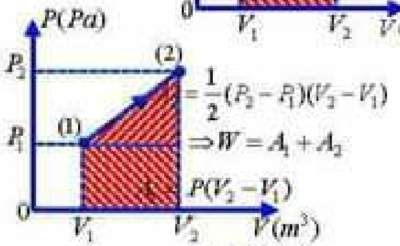


3). ❶ ករណីសម្ពាធប្រែប្រួលស្មើ:

$$W = P_{av}\Delta V = \frac{P_1 + P_2}{2}\Delta V$$

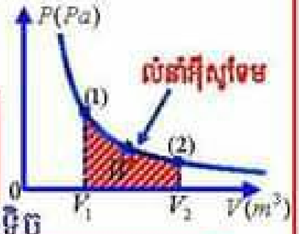
❷ ករណីសម្ពាធប្រែប្រួល:

$$W = P_1\Delta V + \frac{1}{2}(P_2 - P_1)\Delta V$$



4). ករណីសីតុណ្ហភាពថេរ: លំនាំអ៊ីសូទែម(T=ថេរ)

$$W = nRT\cdot\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = PV\cdot\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right) = k_B NT\cdot\ln\left(\frac{V_2}{V_1}\right)$$



5). ថាមពលក្នុងនៃឧស្ម័នបរិសុទ្ធ គឺជាថាមពលស៊ីនេទិចសរុបនៃម៉ូលេគុលនៃឧស្ម័ន:

$$U = K = \frac{3}{2}nRT = \frac{3}{2}k_B NT = \frac{3}{2}PV$$

6). បម្រែបម្រួលថាមពលក្នុងរបស់ប្រព័ន្ធ:

$$\Delta U = U_2 - U_1 = \frac{3}{2}P_2V_2 - \frac{3}{2}P_1V_1 = \frac{3}{2}nRT_2 - \frac{3}{2}nRT_1 = \frac{3}{2}nR\Delta T$$

$(\Delta T = T_2 - T_1 \text{ , } \Delta U = U_2 - U_1)$

7). ច្បាប់ទីមួយទែម៉ូឌីណាមិច: $Q = \Delta U + W \Leftrightarrow \Delta U = Q - W$

$W(J)$ ជាកម្មន្តបំពេញដោយឧស្ម័ន

$V_1(m^3)$ ជាមាឌនៅទីតាំងដើម

$V_2(m^3)$ ជាមាឌនៅទីតាំងស្រេច

$\Delta V = V_2 - V_1$ ជាបម្រែបម្រួលមាឌ

$P(Pa)$ ជាសម្ពាធនៃឧស្ម័ន

$P_1(Pa)$ ជាសម្ពាធទីតាំងដើម

$P_2(Pa)$ ជាសម្ពាធទីតាំងស្រេច

$P_{av}(Pa)$ ជាតម្លៃមធ្យមនៃសម្ពាធ

$Q(J)$ ជាបរិមាណកម្តៅស្រូប ឬបញ្ចេញ

$W(J)$ ជាកម្មន្តបំពេញ(ដោយប្រព័ន្ធ)

$U(J)$ ជាថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធ

$\Delta U(J)$ ជាបម្រែបម្រួលថាមពលក្នុង

*មាឌស៊ីឡាំង=ក្រឡាផ្ទៃបាត x កម្ពស់

***សិក្សាសញ្ញាសម្គាល់៖

❶ $Q > 0$: ប្រព័ន្ធស្រូប-ទទួលកម្តៅ

❷ $Q < 0$: ប្រព័ន្ធបញ្ចេញ-បំភាយកម្តៅ

❸ $W > 0$: ប្រព័ន្ធបំពេញ-បញ្ចេញ-ធ្វើកម្មន្ត

❹ $W < 0$: ប្រព័ន្ធទទួល -រងកម្មន្ត

❺ $\Delta U > 0$: ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធកើន

❻ $\Delta U < 0$: ថាមពលក្នុងនៃប្រព័ន្ធថយចុះ

❼ $Q = 0$: លំនាំអាដ្យាបាទិច

❽ $W = 0$: លំនាំអ៊ីសូករ

❾ $\Delta U = 0$: លំនាំអ៊ីសូទែម ឬបំលែងបិទ:

▪ T ថេរ $\Delta T = 0 \Leftrightarrow \Delta U = 0 \Rightarrow Q = W$

▪ V ថេរ $\Delta V = 0 \Leftrightarrow W = 0 \Rightarrow \Delta U = Q$

រូបមន្តសង្ខេប

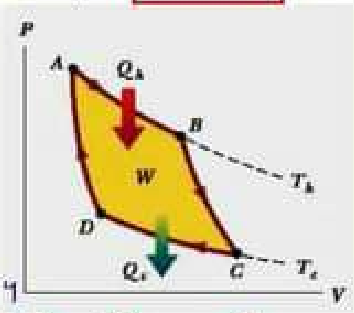
ត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

ឌូ ចំណាន
Tel: 012 881 986

***មេរៀនទី៣ ម៉ាស៊ីន

I. លំនាំអាដ្យាបាទិច: ជាលំនាំមួយដែលថាមពលកម្ដៅមិនប្ដូរជាមួយមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ $(Q=0)$ ។ គេបាន: $W=-\Delta U$ ។

II. ស៊ិចកាកណូ: ជាលំនាំវេវស៊ីបនៃម៉ាស៊ីនប្រើកម្ដៅមួយដំណើរការនៅចន្លោះប្រភពកម្ដៅពីរមានសីតុណ្ហភាពខុសគ្នាដែលផ្ដួចផ្ដើមដោយលោក **សាឌីកាកណូ** ។ ដំណាក់កាលទាំង៤ស៊ិចកាកណូគឺ:

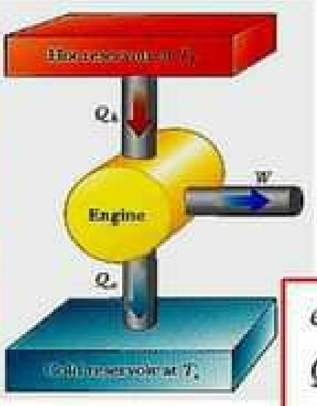


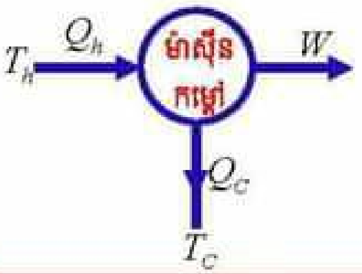
- ដំណាក់កាលទី១: ឧស្ម័នស្រូបកម្ដៅ Q_h ពីធុងក្ដៅ T_h រីកមាឌតាមលំនាំអ៊ីសូទែម $(A\rightarrow B)$ ។
- ដំណាក់កាលទី២: ឧស្ម័នបន្តរីកមាឌតាមលំនាំអាដ្យាបាទិច $(B\rightarrow C)$ ។
- ដំណាក់កាលទី៣: ឧស្ម័នបញ្ចេញកម្ដៅ Q_C ទៅធុងត្រជាក់ T_C រួមមាឌតាមលំនាំអ៊ីសូទែម $(C\rightarrow D)$ ។
- ដំណាក់កាលទី៤: ឧស្ម័នត្រូវបានបណ្ណែនតាមលំនាំអាដ្យាបាទិចរហូតដល់ស្ថានភាពដើមវិញ $(D\rightarrow A)$ ។

III. ទ្រឹស្ដីបទកាកណូ និងទិន្នផលកម្ដៅអតិបរមា(ម៉ាស៊ីនកាកណូ/ម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់/ម៉ាស៊ីនប្រើចំហាយទឹក):

- ចំពោះម៉ូទ័រប្រើកម្ដៅដែលទាក់ទងនឹងប្រភពកម្ដៅពីរ ទិន្នផលកម្ដៅមានតម្លៃអតិបរមាកាលណាភ្នាក់ងារកម្ដៅ វិវត្តតាមស៊ិចរេវ៉ស៊ីប ។
- ក្នុងករណីនេះទិន្នផលកម្ដៅអតិបរមា មិនអាស្រ័យនឹងប្រភេទនៃភ្នាក់ងារកម្ដៅ និងរបៀបវិវត្តនៃស៊ិចរេវ៉ស៊ីបទេ។
- ទិន្នផលនោះអាស្រ័យតែនឹងសីតុណ្ហភាពដាច់ខាត T_h នៃប្រភពក្ដៅ និង T_C នៃប្រភពត្រជាក់ ។

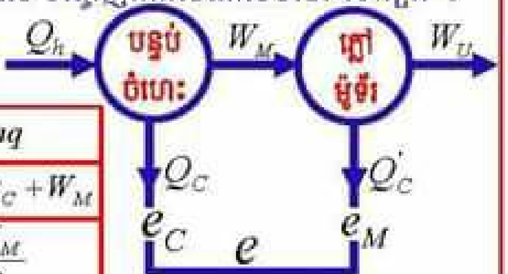
1). តុល្យការថាមពល:	$Q_h=Q_c+W$
2). ទិន្នផលម៉ាស៊ីន:	$e=\dfrac{W}{Q_h}=1-\dfrac{Q_C}{Q_h}$
3). ផលធៀបម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់:	$\dfrac{Q_C}{Q_h}=\dfrac{T_C}{T_h}$
4). ទិន្នផលម៉ាស៊ីនអ៊ីដេអាល់:	$e=1-\dfrac{T_C}{T_h}=1-\dfrac{Q_C}{Q_h}$
5). អានុភាពមធ្យមនៃម៉ាស៊ីន:	$P=\dfrac{W}{t}$





IV. ម៉ាស៊ីនសាំង / ម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូត / ម៉ាស៊ីនម៉ូទ័របន្ទុះបួនចង្វាក់:

- វគ្គទី១(សម្រូប): ពីស្តុងធ្លាក់ចុះក្រោម ស្រូបល្បាយសាំង-ខ្យល់ក្នុងស៊ីឡាំង ។
- វគ្គទី២(បណ្ណែន): ពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើបណ្ណែនល្បាយសាំង-ខ្យល់ក្នុងស៊ីឡាំង ។
- វគ្គទី៣(បន្ទុះនិងបន្ធូរ): ប៊ូស៊ីបំព្រាយផ្កាភ្លើងឆេះល្បាយសាំង-ខ្យល់ ។
- វគ្គទី៤(បញ្ចេញ): ពីស្តុងផ្លាស់ទីឡើងលើ បញ្ចេញកាកសំណល់ចំហេះទៅក្រៅ ។



1). ថាមពលកម្ដៅផ្ដល់ចំហេះ:	$Q_h=mq$
2). ថាមពលកម្ដៅស្រូប:	$Q_h=Q_C+W_M$
3). ទិន្នផលម៉ាស៊ីន ឬម៉ូទ័រ:	$e_C=\dfrac{W_M}{Q_h}$
4). ទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន ឬមេកានិច:	$e_M=\dfrac{W_U}{W_M}$
5). ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន ឬសរុប:	$e=\dfrac{W_U}{Q_h}=e_C\times e_M$

★**សំគាល់:** ម៉ាស៊ីនប្រើសាំងមានទិន្នផលប្រហែល 30% រីឯម៉ាស៊ីនម៉ាស៊ូតមានទិន្នផលរហូតដល់ 39% ។

- $e(\%)$ ទិន្នផលកម្ដៅនៃម៉ាស៊ីនកាកណូ
- $Q_h(J)$ បរិមាណកម្ដៅស្រូបនៅធុងក្ដៅ
- $Q_c(J)$ បរិមាណកម្ដៅបំភាយទៅធុងត្រជាក់
- $W(J)$ កម្មន្តដែលឧស្ម័នធ្វើ
- $T_h(K)$ សីតុណ្ហភាពខ្ពស់នៅធុងក្ដៅ
- $T_C(K)$ សីតុណ្ហភាពទាបនៅធុងត្រជាក់
- $P(W)$ អានុភាពមធ្យមនៃម៉ាស៊ីន
- $t(s)$ រយៈពេលដំណើរការ
- $e_C(\%)$ ទិន្នផលម៉ាស៊ីន ឬម៉ូទ័រ
- $e_M(\%)$ ទិន្នផលគ្រឿងបញ្ជូន ឬមេកានិច
- $e(\%)$ ទិន្នផលបានការនៃម៉ាស៊ីន ឬសរុប
- $Q_h(J)$ បរិមាណកម្ដៅស្រូប ឬទទួលពីម៉ាស៊ីន
- $Q_c(J)$ បរិមាណកម្ដៅបំភាយទៅមជ្ឈដ្ឋានក្រៅ
- $Q_C'(J)$ បរិមាណកម្ដៅបាត់បង់ដោយកកិត
- $W_M(J)$ កម្មន្តមេកានិច ឬថាមពលមេកានិច
- $W_U(J)$ កម្មន្តបានការ ឬទទួលដោយភ្លៅម៉ូទ័រ
- $m(kg)$ ម៉ាសល្បាយសាំង
- $q(J/kg)$ អំណាចកម្ដៅ

រូបមន្តសង្ខេប

ត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ

ជួ ចំណាន
Tel: 012 881 986

***មេរៀនទី៤ គោលការណ៍តម្រួតនៃរលក និងរលកជញ្ជ្រំ

I. រលក: គឺជាការបញ្ជូនថាមពលពីចំណុចមួយទៅចំណុចផ្សេងទៀតតាមរយៈមជ្ឈដ្ឋានណាមួយ ។

1). ជំហានរលក: $\lambda = T \cdot v = \frac{v}{f}$

2). ចំនួនរលក: $k = \frac{2\pi}{\lambda} = \frac{\omega}{v}$

3). ខួបនៃរលក: $T = \frac{1}{f} = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{\lambda}{v}$

4). ប្រេកង់នៃរលក: $f = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{v}{\lambda}$

5). ពុលសាស្យុង: $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f = v \cdot k$

6). ល្បឿនដំណាលនៃរលក: $v = \frac{d}{t} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$

$\lambda(m)$: ជំហានរលក
$v(m/s)$: ល្បឿនដំណាលរលក
$T(s)$: ខួបនៃរលក
$f(Hz)$; (ជុំ/s): ប្រេកង់រលក
$\omega(rad/s)$: ពុលសាស្យុងរលក
$k(rad/m)$: ចំនួនរលក
$d(m)$: ចម្ងាយចររលកដាល
$t(s)$: រយៈពេលរលកដាល
$y(m)$: អេឡុងកាស្យុង
$y_1(m)$: អេឡុងកាស្យុងនៃរលកទី១
$y_2(m)$: អេឡុងកាស្យុងនៃរលកទី២
$a(m)$: អំភ្លីទុតរលក
$a_1(m)$: អំភ្លីទុតនៃរលកទី១
$a_2(m)$: អំភ្លីទុតនៃរលកទី២
$(\omega t + \varphi)(rad)$: ផាសខណៈ t
$\varphi(rad)$: ផាសដើម
$\varphi_1(rad)$: ផាសដើមនៃរលកទី១
$\varphi_2(rad)$: ផាសដើមនៃរលកទី២
$\Delta\varphi(rad)$: គម្លាតផាស ឬ ផលសងផាស

II. រលកតម្រួត: ជាផលបូកវ៉ិចទ័រ នៃបណ្តាចំណុចបម្លាស់ទីរលកទោលទាំងនោះ ។

✦សមីការរលកទី១: $y_1 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$ ✦សមីការរលកទី២: $y_2 = a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$

1). សមីការនៃរលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(\omega t + \varphi)$

2). អំភ្លីទុតនៃរលកតម្រួត: $a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$

3). ផាសដើមនៃរលកតម្រួត: $\tan\varphi = \frac{a_1 \sin\varphi_1 + a_2 \sin\varphi_2}{a_1 \cos\varphi_1 + a_2 \cos\varphi_2}$

4). គម្លាតផាសរវាងរលកទាំងពីរ: $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = \frac{2\pi d}{\lambda}$

★ករណីអំភ្លីទុត: $a_1 = a_2$: តាម $\sin A + \sin B = 2\sin\left(\frac{A+B}{2}\right)\cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$

★ករណី n សមីការរលក:

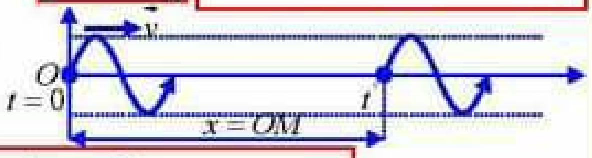
1). សមីការនៃរលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 + \ldots\ldots + y_n = a\sin(\omega t + \varphi)$

✦លើអ័ក្ស (ox): $a_x = a_1 \cos\varphi_1 + a_2 \cos\varphi_2 + \ldots\ldots + a_n \cos\varphi_n$

✦លើអ័ក្ស (oy): $a_y = a_1 \sin\varphi_1 + a_2 \sin\varphi_2 + \ldots\ldots + a_n \sin\varphi_n$

2). អំភ្លីទុតរលកតម្រួត: $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$ 3). ផាសដើមរលកតម្រួត: $\tan\varphi = \frac{a_y}{a_x}$

III. សមីការចលនានៃចំណុច M នៅចម្ងាយ x ពីប្រភពរលក O



★ សមីការរលកដាលត្រង់ប្រភព O: $y_0 = a\sin\omega t = a\sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

★ សមីការរលកដាលត្រង់ចំណុច M: $y_M = a\sin\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{v}\right) = a\sin 2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) = a\sin(\omega t - kx)$

IV. រលកជញ្ជ្រំ: គឺជារលកស៊ីនុយសូអ៊ីតពីរ ដែលមានអំភ្លីទុត និងជំហានរលកដូចគ្នាផ្លាស់ទីតាមទិសដៅផ្ទុយគ្នា ។

✦ រលកទី១ផ្លាស់ទីទៅស្តាំ: $y_1 = a\sin(kx - \omega t)$ ✦រលកទី២ផ្លាស់ទីទៅឆ្វេង: $y_2 = a\sin(kx + \omega t)$

★ តាមគោលការណ៍រលកតម្រួត: $y = y_1 + y_2 = a\sin(kx - \omega t) + a\sin(kx + \omega t)$

1). សមីការរលកជញ្ជ្រំ: $y = 2a\sin(kx)\cos(\omega t)$ 2). អំភ្លីទុតរលកជញ្ជ្រំ: $A = 2a\sin(kx)$

3). ទីតាំងថ្នាំងនៃរលកជញ្ជ្រំ: $x = n\frac{\lambda}{2}$ $(n = 0,1,2,3,\ldots)$

4). ទីតាំងពោះនៃរលកជញ្ជ្រំ: $x = n\frac{\lambda}{4}$ $(n = 1,3,5,7,\ldots)$

5). ចំនួនក្រយ៉ុង: $n = \frac{2L}{\lambda}$ $L(m)$: ជាប្រវែងខ្សែ

★**រេសូណង់:** គឺជាបាតុភូតមួយកើតឡើងកាលណា ប្រេកង់នៃកម្លាំងក្រៅមានតម្លៃស្មើ ឬជិតស្មើនឹងប្រេកង់ផ្ទាល់នៃអង្គធាតុហើយធ្វើឱ្យអង្គធាតុយោលកាន់តែខ្លាំង។ រេសូណង់មានពីរគឺ:រេសូណង់ស្ទក់ & រេសូណង់ស្រួច។

***មេរៀនទី៦ ដែន និងកម្លាំងម៉ាញេទិច

1). មេដែក: គឺជាអង្គធាតុដែលអាចឆក់ទាញដែក និងកំទេចដែក នៅតំបន់ចុងទាំងពីររបស់វាគេហៅថា **ប៉ូលនៃមេដែក** ។

★ មេដែកមានពីរគឺ: មេដែកធម្មជាតិ និងមេដែកសិប្បនិម្មិត ។

- មេដែកធម្មជាតិ ជាមេដែកដែលមានស្រាប់ក្នុងធម្មជាតិ ។ ឧទាហរណ៍: ដែកអុកស៊ីតម៉ាញេទិច (Fe_3O_4) ។
- មេដែកសិប្បនិម្មិត ជាមេដែកដែលបង្កើតឡើងដោយមនុស្ស ។ ឧទាហរណ៍: ម្ជុលមេដែក របារមេដែក និងមេដែករាងU ។

★ មេដែកមានប៉ូលពីរគឺ: ប៉ូលជើង(N) និងប៉ូលត្បូង(S) ។

2). ដែនម៉ាញេទិច: គឺជាលំហដែលនៅព័ទ្ធជុំវិញមេដែក ហើយអាចបង្កើតនូវកម្លាំងម៉ាញេទិចបាន។ ដែនម៉ាញេទិចតាងដោយវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ហៅថាវ៉ិចទ័រ**ដែនម៉ាញេទិច** ឬវ៉ិចទ័រ**អាំងឌុចស្យុង** មានខ្នាតគិតជា **តេស្លា**(T) ។

★ ដែនម៉ាញេទិចមានទិសដៅ ចូលតាមប៉ូលត្បូង(S)និងចេញតាមប៉ូលជើង(N) ។

3). ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន: ជាដែនម៉ាញេទិចដែលមានខ្សែដែនជាបន្ទាត់ស្របៗគ្នាមានទិស ទិសដៅដូចគ្នា អាំងតង់ស៊ីតេស្មើគ្នាជានិច្ច។ ដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋានកើតមាន៖ - នៅចន្លោះប៉ូលទាំងពីរនៃមេដែករាងU - នៅខាងក្នុងសូលេណូអ៊ីត - នៅចន្លោះបូប៊ីន ហ៊ីម-ហុល។

4). ដែនម៉ាញេទិចផែនដី: ជុំវិញផែនដីមានដែនម៉ាញេទិចមួយដែរ ហេតុនេះហើយទើបត្រីវិស័យដែលជាម្ជុលមេដែកចង្អុលទៅទិសខាងជើងរហូត ។ ដែលមានតម្លៃ: $B_0 = 2\times10^{-5}T$

5). ដែនម៉ាញេទិចនៃចរន្តត្រង់: តាមវិធានដៃស្តាំ (ដៃស្តាំក្តោបយ៉ាងណាឲ្យមេដៃកន្ទ្រកចង្អុលទិសដៅចរន្តហើយម្រាមទាំង៤ចង្អុលទិសដៅខ្សែដែនម៉ាញេទិច)។

★ក្នុងសុញ្ញាកាស ឬខ្យល់: $B = \dfrac{\mu_0 I}{2\pi d}$ ★ក្នុងមជ្ឈដ្ឋានណា១(μ_r): $B = \dfrac{\mu_0 \mu_r I}{2\pi d}$

6). ដែនម៉ាញេទិចបង្កើតដោយចរន្តវង់: តាមវិធានដៃស្តាំ (ដៃស្តាំក្តោបម្រាមទាំង៤តាមទិសដៅចរន្ត រួចកន្ទ្រកមេដៃចង្អុលទិសដៅដែនម៉ាញេទិច) ។

★ចំពោះស្ពៀ១ស្ពៀ: $B = \dfrac{\mu_0 I}{2R}$ ★បូប៊ីនសំប៉ែតមាន N ស្ពៀ: $B = \dfrac{\mu_0 N I}{2R}$

7). ដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីត: សូលេណូអ៊ីតជាបូប៊ីនដែលមានប្រវែងវែងជាងកាំ៥ដង$(\ell \geq 5R)$។

★លក្ខណៈសម្គាល់វ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិចក្នុងសូលេណូអ៊ីតមាន៖

-ចំណុចចាប់: ត្រង់ផ្ចិតនៃសូលេណូអ៊ីត -ទិស : ស្របនឹងអ័ក្សសូលេណូអ៊ីត

-ទិសដៅ: តាមវិធានដៃស្តាំ(ដៃស្តាំក្តោបម្រាមទាំង៤តាមទិសដៅចរន្តរួចកន្ទ្រកមេដៃចង្អុលទិសដៅដែនម៉ាញេទិច)។

-អាំងតង់ស៊ីតេដែនម៉ាញេទិចនៃសូលេណូអ៊ីត: $B = \mu_0 n I = \dfrac{\mu_0 N I}{\ell}$ ដែល $n = \dfrac{N}{\ell}$

8). ករណីរុំមួយជាន់ ឬមួយស្រទាប់៖

❶ ករណីមិនគិតកម្រាស់(e): $N = \dfrac{\ell}{d}$ ❷ ករណីគិតពីកម្រាស់(e): $N = \dfrac{\ell}{d+2e}$

9). ករណីរុំច្រើនជាន់(x ជាន់ ឬស្រទាប់)៖

❶ បើមិនគិតកម្រាស់(e): $N = \dfrac{x\cdot\ell}{d}$ ❷ បើគិតពីកម្រាស់(e): $N = \dfrac{x\cdot\ell}{d+2e}$

10). រកចំនួនស្ពៀ N (តាមប្រវែងខ្សែចម្លង ℓ')៖ $\ell' = \pi D N \Rightarrow N = \dfrac{\ell'}{\pi D}$

11). រេស៊ីស្តង់ខ្សែនៃសូលេណូអ៊ីត: $R = \rho\dfrac{\ell'}{A'}$ ផ្ទៃមុខកាត់ខ្សែ: $A' = \pi\dfrac{d^2}{4}$

- $B_0(T)$: ដែនម៉ាញេទិចផែនដី
- $B(T)$: ដែនម៉ាញេទិចត្រង់M
- $I(A)$: ចរន្តឆ្លងកាត់ខ្សែចម្លង
- $d(m)$: ចម្ងាយពីខ្សែទៅចំណុចM
- $\mu_0 = 4\pi\times10^{-7}\ Tm/A$: ជំរាបម៉ាញេទិច
- μ_r : ជំរាបម៉ាញេទិចធៀបនៃមជ្ឈដ្ឋាន
- μ : ជំរាបម៉ាញេទិចនៃមជ្ឈដ្ឋាន ដែល $\mu = \mu_0\times\mu_r$
- $R(m)$: កាំមធ្យមបូប៊ីនសំប៉ែត
- N : ចំនួនស្ពៀសរុប
- ℓ : ប្រវែងសូលេណូអ៊ីត (m)
- A : ផ្ទៃមុខកាត់សូលេណូអ៊ីត (m^2)
- D : អង្កត់ផ្ចិតសូលេណូអ៊ីត (m)
- R : កាំសូលេណូអ៊ីត (m)
- ℓ' : ប្រវែងខ្សែចម្លង (m)
- A' : ផ្ទៃមុខកាត់ខ្សែចម្លង (m^2)
- d : អង្កត់ផ្ចិតខ្សែចម្លង (m)
- x : ចំនួនស្រទាប់ ឬចំនួនជាន់
- n : ចំនួនស្ពៀក្នុង 1m
- e : កម្រាស់អ៊ីសូឡង់ (m)
- $R(\Omega)$: រេស៊ីស្តង់នៃខ្សែ
- $\rho(\Omega m)$: រេស៊ីស្ទីវីតេ (ប្រភេទខ្សែចម្លង)

12). អំពើដែនម៉ាញេទិចលើរបារខ្សែចម្លង: តាមវិធានដៃស្តាំ(លាតម្រាមទាំង៤តាមទិសដៅចរន្ត ហើយក្តោបម្រាមទាំង៤តាមវ៉ិចទ័រដែនម៉ាញេទិច $\vec{B}$ បន្ទាប់មកកន្ទេកមេដៃតាមទិសដៅកម្លាំងម៉ាញេទិច)។ **កម្លាំងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច:** $F = BI\ell \cdot \sin\theta$ ដែល: $\theta = (\vec{B};I)$

13). កម្លាំងម៉ាញេទិចមានអំពើលើខ្សែទាំងពីរ: $F = F_{12} = F_{21} = \dfrac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$

-បើចរន្តមានទិសដៅដូចគ្នា នោះខ្សែចម្លងទាញគ្នាចូល

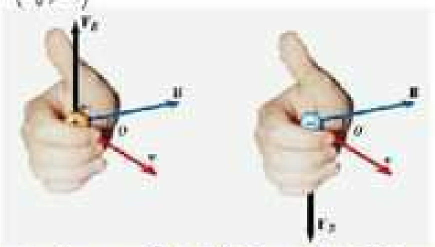
-បើចរន្តមានទិសដៅផ្ទុយគ្នា នោះខ្សែចម្លងច្រានគ្នាចេញ

14). កម្លាំងម៉ាញេទិច: ច្បាប់ឡូរិន: ពេលផង់ផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនី q ធ្វើចលនាចូលក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ ដោយល្បឿនដើម $\vec{v}_0$ នោះផង់រងនូវកម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}_m$ ៖ $F_m = |q| v_0 B \cdot \sin\alpha$ ដែល: $\alpha = (\vec{v}_0, \vec{B})$

★ បើ $\vec{v}_0 \perp \vec{B}$ យើងបាន: $F_m = |q| v_0 B$ ផង់មានគន្លងជារង្វង់ ។

★ បើ $\vec{v}_0 \uparrow\uparrow \vec{B}$ ឬ $\vec{v}_0 \uparrow\downarrow \vec{B}$ យើងបាន: $F_m = 0$ ផង់រក្សាគន្លងដើម ។

★ បើ $\alpha = (\vec{v}_0, \vec{B})$ យើងបាន: $F_m = |q| v_0 B \sin\alpha$ ផង់មានគន្លងជាស្ពៀរ៉ាល់ ឬអេលីស។



15). លំងាកនៃផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីដោយដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន:

★ផង់ផ្ទុកអគ្គិសនី $q > 0$ ធ្វើចលនាចូលទៅក្នុងដែនម៉ាញេទិចឯកសណ្ឋាន $\vec{B}$ នៅត្រង់ចំណុច O ដោយល្បឿន $\vec{v}_0$ កែងទៅនឹង $\vec{B}$ ដូចបង្ហាញលើរូប។ ផង់ផ្លាស់ទីដោយចលនារង្វង់ស្មើហើយ ផង់ផ្លាស់ទីវារង កម្លាំងម៉ាញេទិច $\vec{F}_m$ ដែលមាននាទីជា កម្លាំងចូលផ្ចិត ។

★ តាមច្បាប់ឡូរិន: $F_m = |q| v_0 B$ ❶ $(\vec{v}_0 \perp \vec{B})$

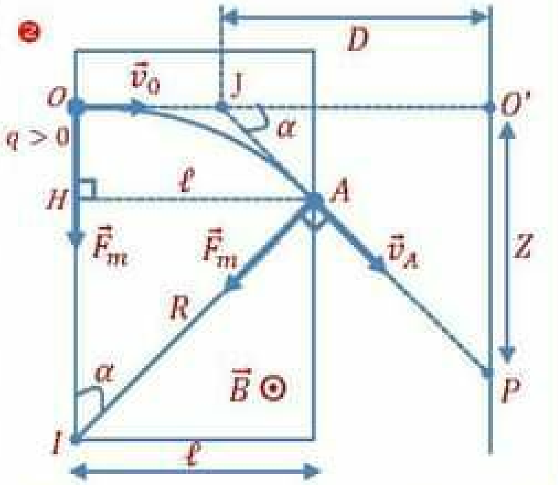
★ តាមកម្លាំងចូលផ្ចិត: $F_m = m \cdot a = m\dfrac{v_0^2}{R}$ ❷

★ តាម ❶ និង ❷ $\Rightarrow |q| v_0 B = m\dfrac{v_0^2}{R}$

16). កាំរង្វង់: $R = \dfrac{m v_0}{|q| B}$

17). ល្បឿនមុំ: $\omega = \dfrac{v_0}{R} = \dfrac{|q| B}{m}$

18). ខួបរង្វិល: $T = \dfrac{2\pi}{\omega} = \dfrac{2\pi R}{v_0}$



$F_m(N)$: កម្លាំងម៉ាញេទិច
$B(T)$: ដែនម៉ាញេទិច
$v_0(m/s)$: ល្បឿនផង់
$R(m)$: កាំនៃគន្លងរង្វង់
$m(kg)$: ម៉ាសផង់
$q(C)$: បន្ទុកអគ្គិសនីផង់
$T(s)$: ខួបចលនាផង់
$\omega(rd/s)$: ល្បឿនមុំ
$f(Hz)$; (ជុំ/s): ប្រេកង់

19). លំងាក និងវេវ្លិចស្យុងម៉ាញេទិច:

★ ពេលផង់ផ្លាស់ទីចូលដែនម៉ាញេទិចដោយល្បឿន $\vec{v}_0$ ត្រង់ចំណុច O ហើយចេញពីដែននេះវិញត្រង់ A ដោយល្បឿន $\vec{v}_A$ រួចបន្តទៅប៉ះអេក្រង់ត្រង់ចំណុច P ។ មុំដែលផ្គុំរវាងវ៉ិចទ័រល្បឿន $\vec{v}_0$ និង $\vec{v}_A$ ហៅថា **លំងាកម៉ាញេទិច** ។

ដូច្នេះ មុំលំងាកម៉ាញេទិច: $\alpha = \dfrac{\ell}{R} = \dfrac{|q| B\ell}{m v_0}$ ដែល α គិតជារ៉ាដ្យង់ (rad)

★ បើសិនជាពុំមានដែនម៉ាញេទិចទេ ផង់ទៅដល់អេក្រង់ត្រង់ចំណុច O' ប៉ុន្តែបើមានដែនម៉ាញេទិចវិញ ផង់នឹងទៅដល់អេក្រង់ត្រង់ P ។ ចម្ងាយ $O'P = Z$ ហៅថា **វេវ្លិចស្យុងម៉ាញេទិច** ។ **ដូច្នេះ វេវ្លិចស្យុងម៉ាញេទិច:** $Z = D \cdot \alpha = \dfrac{|q| DB\ell}{m v_0}$

20). ស្ប៉ិចត្រូម: ជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់ញែកផង់ផ្ទុកអគ្គិសនីដែលមានបន្ទុកក្នុងមួយខ្នាតម៉ាស $\left(\dfrac{|q|}{m}\right)$ ខុសៗគ្នា ។

★ **ពេលចេញពីដែនអគ្គិសនី:** $\Delta K = W \Leftrightarrow \dfrac{1}{2} m v_0^2 = |q| V \Rightarrow v_0 = \sqrt{\dfrac{2|q| V}{m}}$

★ **ពេលចលនាក្នុងដែនម៉ាញេទិច:** $R = \dfrac{m v_0}{|q| B} = \sqrt{\dfrac{2mV}{|q| B^2}}$ ដែល $V(V)$: តង់ស្យុង ឬផលសងប៉ូតង់ស្យែល ។

★★★មេរៀនទី៧ អាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច

I. បាតុភូតអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច: ជាបាតុភូតកើតឡើងនៅពេលដែលមានបម្រែបម្រួលដែនម៉ាញេទិច ឬបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចកើតមានក្នុងបូប៊ីន ។ ពេលនោះបូប៊ីនដើរតួនាទីជាជនិតាដែលមាន **កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី។**

II. ភ្លុចម៉ាញេទិច ឬភ្លុចអាំងឌុចស្យុង: ជាទំហំសម្រាប់សម្គាល់ចំនួនខ្សែដែនម៉ាញេទិចដែលឆ្លងកាត់ផ្ទៃមួយ ។

1). រូបមន្តភ្លុចម៉ាញេទិច:	$\Phi = BA\cos\theta$	ដែល $\theta = (\vec{B};\vec{n})$
2). ករណីបូប៊ីនមានចំនួន N ស្ពៀ:	$\Phi = NBA\cos\theta$	
★បើ $(\vec{B} \perp A)$ នោះ $(\vec{B} \uparrow\uparrow \vec{n})$:	$\Phi = NBA$	
★បើ $(\vec{B} \uparrow\uparrow A)$ នោះ $(\vec{B} \perp \vec{n})$:	$\Phi = 0$	
★បើ $(\vec{B};A) = \alpha$ នោះ $\theta = 90° - \alpha$		
- ផ្ទៃស៊ុមរាងជាការេ:	$A = a^2$	(a: ជ្រុង)
- ផ្ទៃស៊ុមរាងជាចតុកោណកែង:	$A = a \times b$	(a: ទទឹង; b: បណ្ដោយ)
- ផ្ទៃស៊ុមរាងជារង្វង់:	$A = \pi\dfrac{D^2}{4} = \pi r^2$	(r: កាំ; D: អង្កត់ផ្ចិត)
3). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី(ស៊ុមវិលា):	$\lvert E\rvert = N\dfrac{\lvert\Delta\Phi\rvert}{\Delta t} = N\dfrac{\lvert\Phi_2 - \Phi_1\rvert}{\Delta t}$	
4). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី(ច្បាប់អូម):	$\lvert E\rvert = V = RI$	
5). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី(របារផ្លាស់ទី):	$\lvert E\rvert = Bv\ell\sin\alpha$	
6). ផ្ទៃកៀសដោយរបារ:	$A = \ell\Delta x = \ell v\Delta t$	
7). បរិមាណអគ្គិសនីអាំងឌុី:	$Q = I\cdot\Delta t = N\dfrac{\lvert\Delta\Phi\rvert}{R}$	
8). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីអតិបរមា:	$E_m = NBA\omega$	
9). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុីខណៈ:	$e = E_m\sin\omega t = E_m\sin\dfrac{2\pi}{T}t$	
10). មុំកៀសបាន:	$\theta = \omega t$	

- Φ(Wb វេប៊ែរ): ភ្លុចម៉ាញេទិច
- $B(T)$: ដែនម៉ាញេទិច ឬអាំងឌុចស្យុង
- $A(m^2)$: ផ្ទៃមុខកាត់ស៊ុម
- N (ស្ពៀ): ចំនួនស្ពៀ
- $\vec{n}$: ខ្សែកែងនឹងផ្ទៃ A
- $\theta = (\vec{B};\vec{n})$: មុំផ្គុំរវាងខ្សែកែង $\vec{n}$ និង $\vec{B}$
- $\Delta\Phi = \Phi_2 - \Phi_1$: បម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិច
- $\Delta t = t_2 - t_1$: បម្រែបម្រួលរយៈពេល (s)
- $Q(C)$: បរិមាណអគ្គិសនីអាំងឌុី
- $I(A)$: អាំងតង់ស៊ីតេចរន្ត
- $V(V)$: តង់ស្យុង
- $E(V)$: កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអាំងឌុី
- $E_m(V)$: កម្លាំងអ.និចលករអាំងឌុីអតិបរមា
- $e(V)$: កម្លាំងអ.និចលករអាំងឌុីខណៈ
- $R(\Omega)$: រេស៊ីស្តង់សរុប
- $\ell(m)$: ប្រវែងរបាខ្សែចម្លង
- $v(m/s)$: ល្បឿនរបាខ្សែចម្លងផ្លាស់ទី
- $\alpha = (\vec{B};\vec{v})$: មុំផ្គុំរវាង $\vec{B}$ និង $\vec{v}$
- f(Hz; ជុំ/s): ប្រេកង់

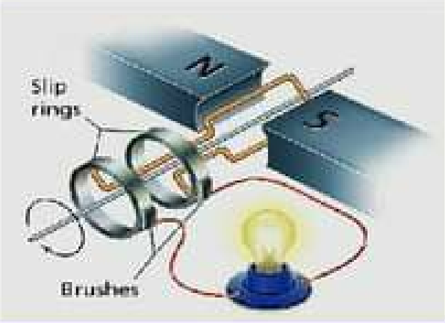
★ **វិធានម្រាមដៃស្តាំ:** ដើម្បីកំណត់ទិសដៅនៃចរន្តអាំងឌុីដែលកើតមាននៅក្នុងរបារខ្សែចម្លង គេត្រូវដាក់បាតដៃស្តាំយ៉ាងណាឱ្យវ៉ិចទ័រ $\vec{B}$ ទំលុះបាតដៃ ហើយមេដៃកន្ទែកតាមទិសនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{v}$ នោះម្រាមដៃទាំងបួនចង្អុលទិសដៅនៃចរន្តអាំងឌុី i ។

- **ច្បាប់ឡិនទី១:** ចរន្តអាំងឌុីមានទិសដៅយ៉ាងណាឱ្យផលរបស់វាប្រឆាំងនឹងបុព្វហេតុអ្នកឲ្យកំណើតវា ។
- **ច្បាប់ឡិនទី២:** ចរន្តអាំងឌុីបង្កើតដែនម៉ាញេទិចថ្មីមួយដើម្បីប្រឆាំងនឹងបម្រែបម្រួលភ្លុចម៉ាញេទិចដែលឆ្លងកាត់វា ។
- **ចរន្តភូកូលឬចរន្តអេឌី:** គឺជាចរន្តកើតឡើងក្នុងលោហៈពេលមានភ្លុចម៉ាញេទិចឆ្លងកាត់ដុំលោហៈប្រែប្រួល ។
- **ជនិតាអគ្គិសនី:** ជាឧបករណ៍មួយដែលបំលែងពីថាមពលមេកានិចទៅជាថាមពលអគ្គិសនី ។

★ **ម៉ូទ័រអគ្គិសនី:**

- ម៉ូទ័រអគ្គិសនី បំលែងពី: ថាមពលអគ្គិសនី→ថាមពលមេកានិច+ថាមពលកម្តៅ
- ជនិតា បំលែងពី: ថាមពលមេកានិច → ថាមពលអគ្គិសនី+ថាមពលកម្តៅ

ដូច្នេះគេអាចនិយាយថាម៉ូទ័រ និងជនិតាមានភាពរេវ៉ែស៊ីប (ទៅមក) (reversible) ។



***មេរៀនទី៨ អូតូអាំងឌុចស្យុង

I. បាតុភូតអូតូអាំងឌុចស្យុងអេឡិចត្រូម៉ាញេទិច: ជាបាតុភូតដែលកើតឡើងនៅពេលដែលមានចរន្តប្រែប្រួលឆ្លងកាត់បូប៊ីន។

1). អាំងឌុចតង់: ជាមេគុណសមាមាត្ររវាងភ្លុចម៉ាញេទិច Φ និងចរន្ត i (ប្រែប្រួល) ។

មានរូបមន្ត: $\Phi = Li \Rightarrow L = \dfrac{\Phi}{i}$

2). អាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតគ្មានស្នូលដែក: $L = \dfrac{\mu_0 N^2 A}{\ell}$

3). អាំងឌុចតង់នៃសូលេណូអ៊ីតមានស្នូលដែក: $L = \dfrac{\mu_0 \mu_r N^2 A}{\ell}$

4). កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុី: $e = -\dfrac{d\Phi}{dt} = -L\dfrac{di}{dt}$

5). ថាមពលម៉ាញេទិចនៃបូប៊ីន: $E_L = \dfrac{1}{2}Li^2$

6). តង់ស្យុងរវាងគោលនៃបូប៊ីន: $V_{AB} = Ri + L\dfrac{di}{dt}$

7). ថេរពេលនៃសៀគ្វី RL: $\tau = \dfrac{L}{R}$

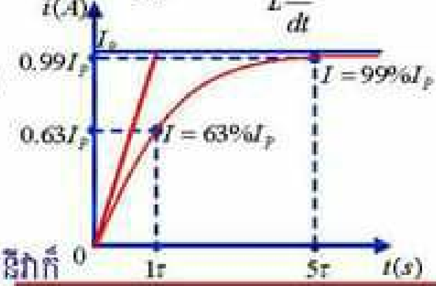
8). អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តក្នុងរបបអចិន្ត្រៃយ៍: $I_P = \dfrac{E}{R}$

9). អាំងតង់ស៊ីតេចរន្តខណៈ i (ពេលបិទកុងតាក់): $i = I_P\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$ $(e = 2.72)$

☛បើ $t = 1\tau \Leftrightarrow i = I_P\left(1 - e^{-1}\right) = 0.63 I_P$ ចរន្តកើនបាន 63% នៃចរន្តអចិន្ត្រៃយ៍។

☛បើ $t = 5\tau \Leftrightarrow i = I_P\left(1 - e^{-5}\right) = 0.99 I_P$ ចរន្តកើនបាន 99% នៃចរន្តអចិន្ត្រៃយ៍ ។

L : អាំងឌុចតង់ (H)(ហង់រី)
Φ :ភ្លុចម៉ាញេទិច (Wb)
i: ចរន្តរត់ក្នុងបូប៊ីន (A)
A :ផ្ទៃមុខកាត់បូប៊ីន (m^2)
ℓ :ប្រវែងបូប៊ីន (m)
N : ចំនួនស្ពៀ
μ_r :ដំរាបម៉ាញេទិចធៀបនៃ.ណា១
$\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}\, SI$ ដំរាបម៉ាញេទិចឡាយ
e :កម្លាំងអគ្គិសនីចលករអូតូអាំងឌុី (V)
R :រេស៊ីស្តង់ (Ω)
τ (តូ): ថេរពេល (s)
$\dfrac{di}{dt}$:បម្រែបម្រួលចរន្តធៀបពេល (A/s)
I_P :ចរន្តក្នុងរបបអចិន្ត្រៃ (A)
$V = E$: ចំពោះជនិតាអ៊ីដេអាល់ (V)
E :កម្លាំងអគ្គិសនីចលករជនិតា (V)



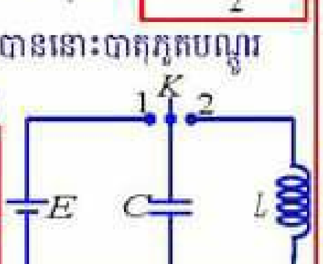
10). កាលណាគេភ្ជាប់កុងតាក់ K ទៅទីតាំង1 នោះកុងដង់សាទ័រចាប់ផ្ដើមផ្ទុកបន្ទុកអគ្គិសនីរាក៏មានថាមពលអគ្គិសនីបម្រុងទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រ: $E_C = \dfrac{1}{2}CV^2 = \dfrac{1}{2}\dfrac{q^2}{C} = \dfrac{1}{2}qV$

11). បន្ទុកអគ្គិសនីដែលផ្ទុកក្នុងកុងដង់សាទ័រ: $q = CV$

12). កាលណាគេភ្ជាប់កុងតាក់ K ទៅទីតាំង2វិញ កុងដង់សាទ័រផ្ទេរបន្ទុកទៅបូប៊ីនបង្កើតបានជាចរន្តអគ្គិសនីរត់ក្នុងបូប៊ីន។ ហើយបូប៊ីនក៏មានថាមពលម៉ាញេទិចបម្រុងទុក: $E_L = \dfrac{1}{2}Li^2$

13). ថាមពលសរុបនៃសៀគ្វី LC : ករណីរេស៊ីស្តង់អាចចោលបាននោះបាតុភូតបណ្ដូរថាមពល ធ្វើឱ្យកើតមានលំយោលអគ្គិសនីជាលំយោលថេរ ។

យើងបាន: $E_{CL} = E_{Cm} = E_{Lm} = \dfrac{1}{2}CV^2 = \dfrac{1}{2}LI_m^2$



14). ខួប: $T = 2\pi\sqrt{LC}$ ☛ពុលសាស្យុង: $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$

15). សមីការតង់ស្យុងអគ្គិសនី: $V_C = V_m \cos(\omega t + \varphi_0)$

16). សមីការបន្ទុកអគ្គិសនី: $q = q_m \cos(\omega t + \varphi_0)$ ដែល: $q_m = CV_m$

17). សមីការចរន្តអគ្គិសនី: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_0)$ ដែល: $I_m = q_m \omega$

E_C :ថាមពលរបស់កុងដង់ (J)
E_L :ថាមពលម៉ាញេទិចបូប៊ីន (J)
E_{CL} :ថាមពលនៃឌីប៉ូល LC
C : កាប៉ាស៊ីតេនៃកុងដង់ (F)
q :បន្ទុកនៃកុងដង់ (C) (គូឡុំ)
V :តង់ស្យុង (V)
V_C :តង់ស្យុងនៃកុងដង់ (V)
V_L :តង់ស្យុងនៃបូប៊ីន (V)
V_m :តង់ស្យុងអតិបរមា (V)
I_m :ចរន្តអតិបរមា (A)
q_m :បន្ទុកអតិបរមា (C)
T : ខួបនៃលំយោលអ.នី (s)
f : ប្រេកង់ (Hz); (ជុំ/ទ)
ω: ពុលសាស្យុង (rad/s)

***មេរៀនទី៩ សៀគ្វីចរន្តឆ្លាស់

I. ចរន្តឆ្លាស់: គឺជាចរន្តអគ្គិសនីខួបដែលប្តូរទិសដៅពីរដងក្នុងមួយខួប ។

1). សមីការចរន្តខណៈ: $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$ គេបាន: $I_m = I\sqrt{2}$

2). សមីការតង់ស្យុងខណៈ: $v = V_m \sin(\omega t + \varphi_v)$ គេបាន: $V_m = V\sqrt{2}$

II. ចរន្តឆ្លាស់ឆ្លងកាត់ R : (v_R **ស្របផាសនឹង** $i_R : \varphi_v = 0$)

1). សមីការចរន្តខណៈR : $i_R = I_m \sin(\omega t)$

2). សមីការតង់ស្យុងខណៈR : $v_R = V_{Rm} \sin(\omega t)$

3). តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលR : $V_R = RI$

4). តង់ស្យុងអតិបរមាគោលR : $V_{Rm} = RI_m$

5). អាំប៉េដង់រេស៊ីស្តង់R : $Z_R = R$

III. ចរន្តឆ្លាស់ឆ្លងកាត់ C : (v_C **យឺតផាសជាង** $i_C : \varphi_v = -\frac{\pi}{2}$)

1). សមីការចរន្តខណៈC : $i_C = I_m \sin(\omega t)$

2). សមីការតង់ស្យុងខណៈC : $v_C = V_{Cm} \sin(\omega t - \frac{\pi}{2})$

3). តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលC : $V_C = Z_C I$

4). តង់ស្យុងអតិបរមាគោលC : $V_{Cm} = Z_C I_m$

5). អាំប៉េដង់កុងដង់សាទ័រC : $Z_C = \frac{1}{C\omega}$

IV. ចរន្តឆ្លាស់ឆ្លងកាត់ L : (v_L **លឿនផាសជាង** $i_L : \varphi_v = \frac{\pi}{2}$)

1). សមីការចរន្តខណៈL : $i_L = I_m \sin(\omega t)$

2). សមីការតង់ស្យុងខណៈL : $v_L = V_{Lm} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

3). តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលL : $V_L = Z_L I$

4). តង់ស្យុងអតិបរមាគោលL : $V_{Lm} = Z_L I_m$

5). អាំប៉េដង់នៃបូប៊ីនL : $Z_L = L\omega$

V. សៀគ្វី RLC **តជាស៊េរី:** $I = I_R = I_C = I_L$ & $I_m = I_{Rm} = I_{Cm} = I_{Lm}$

***សំណង់ប្រេណែល: សន្មតថា:** $(V_L > V_C)$

1). សមីការចរន្តខណៈនៃសៀគ្វី : $i = I_m \sin(\omega t)$

2). សមីការតង់ស្យុងខណៈនៃសៀគ្វី : $v = V_m \sin(\omega t + \varphi_v)$

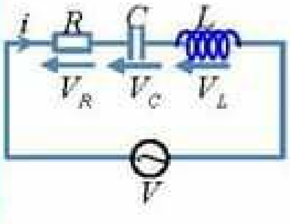
3). តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិនៃសៀគ្វី RLC : $V^2 = V_R^2 + (V_L - V_C)^2$

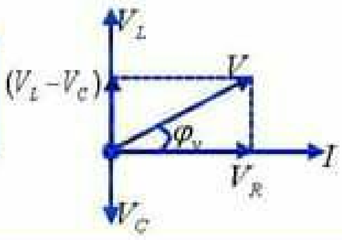
4). តង់ស្យុងអតិបរមានៃសៀគ្វី RLC : $V_m^2 = V_{Rm}^2 + (V_{Lm} - V_{Cm})^2$

5). អាំប៉េដង់សមមូលនៃសៀគ្វី RLC : $Z = \sqrt{R^2 + (Z_L - Z_C)^2}$

6). តង់ស្យុងប្រសិទ្ធនៃសៀគ្វី RLC : $V = ZI$

7). តង់ស្យុងអតិបរមានៃសៀគ្វី RLC : $V_m = ZI_m$





$i(A)$: ចរន្តខណៈនៃសៀគ្វី
$i_R(A)$: ចរន្តខណៈនៃរេស៊ីស្តង់
$i_C(A)$: ចរន្តខណៈនៃកុងដង់សាទ័រ
$i_L(A)$: ចរន្តខណៈនៃបូប៊ីន
$I(A)$: ចរន្តប្រសិទ្ធិនៃសៀគ្វី
$I_R(A)$: ចរន្តប្រសិទ្ធិនៃរេស៊ីស្តង់
$I_C(A)$: ចរន្តប្រសិទ្ធិនៃកុងដង់សាទ័រ
$I_L(A)$: ចរន្តប្រសិទ្ធិនៃបូប៊ីន
$I_m(A)$: ចរន្តអតិបរមានៃសៀគ្វី
$I_{Rm}(A)$: ចរន្តអតិបរមានៃរេស៊ីស្តង់
$I_{Cm}(A)$: ចរន្តអតិបរមានៃកុងដង់សាទ័រ
$I_{Lm}(A)$: ចរន្តអតិបរមានៃបូប៊ីន
$v(V)$: តង់ស្យុងខណៈគោលសៀគ្វី
$v_R(V)$: តង់ស្យុងខណៈគោលរេស៊ីស្តង់
$v_C(V)$: តង់ស្យុងខណៈគោលកុងដង់សាទ័រ
$v_L(V)$: តង់ស្យុងខណៈគោលបូប៊ីន
$V(V)$: តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលសៀគ្វី
$V_R(V)$: តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលរេស៊ីស្តង់
$V_C(V)$: តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលកុងដង់
$V_L(V)$: តង់ស្យុងប្រសិទ្ធិគោលបូប៊ីន
$V_m(V)$: តង់ស្យុងអតិបរមាគោលសៀគ្វី
$V_{Rm}(V)$: តង់ស្យុងអតិបរមាគោលរេស៊ីស្តង់
$V_{Cm}(V)$: តង់ស្យុងអតិបរមាគោលកុងដង់
$V_{Lm}(V)$: តង់ស្យុងអតិបរមាគោលបូប៊ីន
$Z(\Omega)$: អាំប៉េដង់សមមូលនៃសៀគ្វី
$Z_R = R(\Omega)$: រេស៊ីស្តង់
$Z_C(\Omega)$: អាំប៉េដង់របស់កុងដង់សាទ័រ
$Z_L(\Omega)$: អាំប៉េដង់របស់បូប៊ីន
$C(F)$: កាប៉ាស៊ីតេរបស់កុងដង់សាទ័រ
$L(H)$: អាំងឌុចតង់របស់បូប៊ីន
$\varphi_i(rd)$: ផាសចរន្ត
$\varphi_v(rd)$: ផាសតង់ស្យុង

8). គម្លាតផាសរវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង : $\tan\varphi_v = \frac{V_L - V_C}{V_R} = \frac{Z_L - Z_C}{R}$

9). គម្លាតផាសរវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង : $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

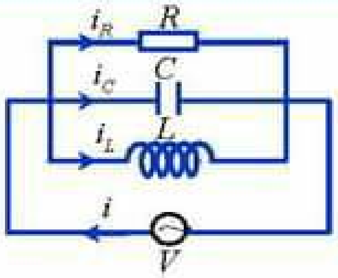
❶ $Z_L > Z_C \Rightarrow \tan\varphi_v > 0$: តង់ស្យុងលឿនផាសជាងចរន្ត

❷ $Z_L < Z_C \Rightarrow \tan\varphi_v < 0$: តង់ស្យុងយឺតផាសជាងចរន្ត

❸ $Z_L = Z_C \Rightarrow Z = R$: តង់ស្យុងស្របផាសនឹងចរន្ត ឬ កើតមានបាតុភូតរេសូណង់

VI. សៀគ្វី RLC តជាខ្នែង: $V = V_R = V_C = V_L$ & $V_m = V_{Rm} = V_{Cm} = V_{Lm}$

★សំណង់ប្រេណែលៈ សន្មតថាៈ $(I_C > I_L)$



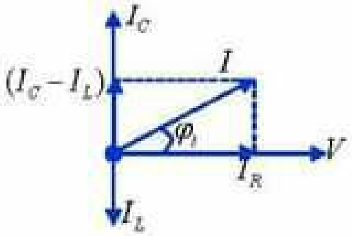
1). សមីការតង់ស្យុងខណៈនៃសៀគ្វី : $v = V_m \sin(\omega t)$

2). សមីការចរន្តខណៈនៃសៀគ្វី : $i = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$

3). ចរន្តប្រសិទ្ធនៃសៀគ្វី RLC : $I^2 = I_R^2 + (I_C - I_L)^2$

4). ចរន្តអតិបរមានៃសៀគ្វី RLC : $I_m^2 = I_{Rm}^2 + (I_{Cm} - I_{Lm})^2$

5). អាំប៉េដង់សមមូលនៃសៀគ្វី RLC : $Z = \frac{1}{\sqrt{\frac{1}{R^2} + \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L}\right)^2}}$



6). គម្លាតផាសរវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង : $\tan\varphi_i = \frac{I_c - I_L}{I_R} = \left(\frac{1}{Z_C} - \frac{1}{Z_L}\right)R$

7). គម្លាតផាសរវាងចរន្ត និងតង់ស្យុង : $\cos\varphi = \frac{Z}{R}$

VII. រេសូណង់អគ្គិសនីៈ ជាបាតុភូតដែលទទួលបានចរន្តធំបំផុត(អតិបរមា)ក្នុងសៀគ្វី ។

★លុះត្រាតែៈ $Z_L = Z_C \Leftrightarrow L\omega = \frac{1}{C\omega}$ ★អាំប៉េដង់សមមូលៈ $Z = R$

1). ពុលសាស្យុងៈ $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

2). ប្រេកង់រេសូណង់ៈ $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

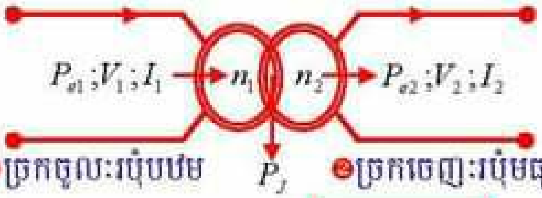
3). ខួបរេសូណង់ៈ $T = 2\pi\sqrt{LC}$

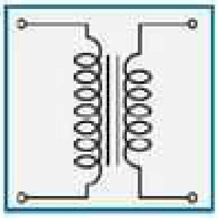
VIII. អានុភាពមធ្យម និងកត្តាអានុភាព

1). រូបមន្តអានុភាពៈ $P = VI\cos\varphi = RI^2$ 2). កត្តាអានុភាពៈ $\cos\varphi = \frac{R}{Z}$

IX. ត្រង់ស្វូម៉ាទ័រ ឬត្រង់ស្វូ

★ត្រង់ស្វូជាឧបករណ៍ប្រើសម្រាប់ដំឡើង ឬបន្ថយតង់ស្យុងឆ្លាស់។





1). ផលធៀបបំលែងត្រង់ស្វូ : $\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$ (ទិន្នផលពី80% ទៅ99%)

2). ផលធៀបបំលែងត្រង់ស្វូអ៊ីដេអាល់ៈ $\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{I_1}{I_2}$ (ទិន្នផល100% ត្រង់ស្វូសុទ្ធ)

$P(W)$: អានុភាពមធ្យម
$\cos\varphi(rad)$: កត្តាអានុភាព
$VI(V\cdot A)$: អានុភាពទំនង
$\frac{V_2}{V_1} = \frac{n_2}{n_1}$ ជាផលធៀបបំលែង
$V_1(V)$: តង់ស្យុងនៅរបុំបឋម
$V_2(V)$: តង់ស្យុងនៅរបុំមធ្យម
n_1: ចំនួនស្ពៀនៅរបុំបឋម
n_2: ចំនួនស្ពៀនៅរបុំមធ្យម
$I_1(A)$: ចរន្តអ.នីនៅរបុំបឋម
$I_2(A)$: ចរន្តអ.នីនៅរបុំមធ្យម
$P_{e1}(W)$: អានុភាពនៅរបុំបឋម
$P_{e2}(W)$: អានុភាពនៅរបុំមធ្យម
$P_J(W)$: អានុភាពកម្តៅ
$Q_J(J)$: កំហាតថាមពលត្រង់ស្វូ
$t(s)$: រយៈពេលនៃដំណើរការ
$Rd(\%)$: ទិន្នផលត្រង់ស្វូ
$K = \cos\varphi(rad)$: កត្តាអានុភាព

ជូ ចំណាន
Tel: 012 881 986

★ បើ $\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}>1$: ត្រង់ស្វូនេះប្រដាប់ដំឡើងតង់ស្យុង ហៅថា ស្ទុកវ៉ុលទ័រ ។

★ បើ $\frac{V_2}{V_1}=\frac{n_2}{n_1}<1$: ត្រង់ស្វូនេះប្រដាប់បន្ថយតង់ស្យុង ហៅថា ស៊ូវ៉ុលទ័រ ។

3). តុល្យភាពអានុភាពត្រង់ស្វូ : $P_{e1}=P_{e2}+P_J$

4). អានុភាពនៅរបុំបឋម : $P_{e1}=V_1I_1\cos\varphi$

5). អានុភាពនៅរបុំមធ្យម : $P_{e2}=V_2I_2\cos\varphi$

6). ទិន្នផលត្រង់ស្វូម៉ាទ័រ : $Rd=\frac{P_{e2}}{P_{e1}}=\frac{V_2I_2}{V_1I_1}$

7). កំហាតថាមពលក្នុងត្រង់ស្វូ : $Q_J=P_Jt=RI^2t$

★★★ ស្វ័យគុណ

1. $a^n+a^n=2a^n$
2. $a^n\times a^m=a^{n+m}$
3. $(a^n)^m=a^{n\times m}$
4. $(a\times b)^n=a^n\times b^n$
5. $\left(\frac{a}{b}\right)^n=\frac{a^n}{b^n}$
6. $\frac{a^n}{a^m}=a^{n-m}$
7. $a^0=1$
8. $\sqrt[n]{a^m}=a^{\frac{m}{n}}$

★★★ បុព្វបទគំរូនៃខ្នាត

1. អិចហ្សា (Exa) : $1E=10^{18}$
2. ប៉េតា (Peta) : $1P=10^{15}$
3. តេរ៉ា (Tera) : $1T=10^{12}$
4. ជីហ្គា (Giga) : $1G=10^{9}$
5. មេហ្គា (Mega) : $1M=10^{6}$
6. គីឡូ (kilo) : $1k=10^{3}$
7. ហិចតូ (hecto) : $1h=10^{2}$
8. ដេកា (deka) : $1da=10^{1}$

ខ្នាត

9. ដេស៊ី (deci) : $1d=10^{-1}$
10. សង់ទី (centi) : $1c=10^{-2}$
11. មីលី (mili) : $1m=10^{-3}$
12. មីក្រូ (micro) : $1\mu=10^{-6}$
13. ណាណូ (nano) : $1n=10^{-9}$
14. ពីកូ (pico) : $1p=10^{-12}$
15. ហ្វិមតូ (femto) : $1f=10^{-15}$
16. អាត់តូ (atto) : $1a=10^{-18}$

I. វិធានតួលេខមានន័យ

1. លេខ 0 ទាំងឡាយណាដែលនៅចន្លោះលេខមិនសូន្យ ជាលេខមានន័យ (ល.ន)។

Ex: ក. 101 : មាន 3 ល.ន
ខ. 2002 : មាន 4 ល.ន
គ. 50106 : មាន 5 ល.ន

2. លេខ 0 ទាំងឡាយណាដែលនៅខាងឆ្វេងខ្ទង់លេខមិនសូន្យដំបូង មិនមែនជាលេខមានន័យទេ។

Ex: ក. 0.8 : មាន 1 ល.ន
ខ. 0.00069 : មាន 2 ល.ន
គ. 0.00002018 : មាន 4 ល.ន

3. លេខ 0 ទាំងឡាយណាដែលនៅខាងចុងគេបង្អស់នៃចំនួន ជាលេខមានន័យ និងមិនអាចជាលេខមានន័យ ។

Ex: ក. 400 : អាចមាន 1 ល.ន (4×10^2)
: អាចមាន 2 ល.ន (4.0×10^2)
: អាចមាន 3 ល.ន (4.00×10^2)

II. ប្រមាណវិធី បូក ឬដក:
ក្នុងវិធីបូក ឬដក នៃចំនួនគេត្រូវយកលទ្ធផល តាមចំនួនដើមដែលមានខ្ទង់ក្រោយក្បៀសតិចជាងគេ។

Ex: ក. 89.332 + 1.1 = 90.432 **លទ្ធផល** =90.4
ខ. 88.19 + 2.168 = 90.258 **លទ្ធផល** =90.27
គ. 2.097 – 0.12 = 1.977 **លទ្ធផល** =1.98

III. ប្រមាណវិធី គុណ ឬចែក:
ក្នុងការគុណ ឬចែក នៃចំនួនគេត្រូវយកលទ្ធផល តាមចំនួនតួលេខមានន័យតិចជាងគេ។

Ex: ក. $8.16\times5.1355=41.90568$
លទ្ធផល =41.9

ខ. $0.0154\div88.3=0.0001744$
លទ្ធផល $=0.000174=174\times10^{-6}$

គ. $6.85\div112.04=0.0611388$
លទ្ធផល $=0.0611=611\times10^{-4}$

ឃ. $\frac{6.67\times10^7\times3.2\times10^{-2}}{8.55\times10^4}=2.49637\times10^1$
លទ្ធផល $=2.5\times10^1=25$