

ចំនួនកុំផ្លិច

COMPLEX NUMBERS

ថ្នាក់ទី ១២ • GRADE 12

ព្រឹត្តិសង្ខេប • វិធីសាស្ត្រគណនា • វិញ្ញាណកម្មប្រើសរសេរ (MCQ)

គ្រឿងប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ (បាក់ឌុប) និងប្រឡងសិស្សពូកែ

$$(\cos\theta + i\sin\theta)^n = \cos(n\theta) + i\sin(n\theta)$$

ស្នូករៀបរៀង ៖ លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

បោះពុម្ពលើកទី១ ឆ្នាំ ២០២៦

គណៈកម្មការរៀបរៀង និងត្រួតពិនិត្យ

គណៈកម្មការរៀបរៀង

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

លោកគ្រូ ឡាយ ចាន់ហេន

ត្រួតពិនិត្យឆ្លើយសារ

លោកគ្រូ ឡាយ ចាន់ហេន

រៀបចំឆ្លើយសារ

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

រចនាគម្រប និងទំព័រ

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

រូបភាព និងតារាង

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

កែសម្រួលអក្ខរាវិរុទ្ធ

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

គណៈកម្មការពិនិត្យចុងក្រោយ

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

លោកគ្រូ ឡាយ ចាន់ហេន

សៀវភៅនេះត្រូវបានរៀបចំឡើងយ៉ាងសម្រិតសម្រាំង សម្រាប់សិស្សានុសិស្សថ្នាក់ទី១២ ក្នុងការស្វ័យសិក្សា និងត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ (បាក់ឌុប) ព្រមទាំងការប្រឡងសិស្សពូកែទូទាំងប្រទេស។

ព័ត៌មានសៀវភៅ

កំណែសាកល្បង © ២០២៦

ចំនួនកុំផ្លិច ថ្នាក់ទី១២

COMPLEX NUMBERS GRADE 12

រៀបរៀងដោយ លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

សម្រាប់បោះពុម្ពផ្សាយ៖ បណ្ណាគារអន្តរ

សេចក្តីឧទ្ទិស

សៀវភៅ «ចំណុចកំណត់» នេះ
សូមឧទ្ទិសជូនចំពោះ៖

ភរិយាជាទីស្រឡាញ់
ខៀវ សុផា

និង

កូនស្រីជាទីស្រឡាញ់
ខៀវ សោភា

ដែលជាកម្លាំងចិត្ត និងជាប្រភពនៃសុភមង្គលដ៏កក់ក្តៅ
ក្នុងដំណើរជីវិត និងការស្រាវជ្រាវរបស់ខ្ញុំបាទជានិច្ចនិរន្តរ៍។

លោកគ្រូ ខៀវ ពុទ្ធី

អារម្ភកថា

គណិតវិទ្យា គឺជាវិទ្យាសាស្ត្រមួយដែលមានគួរឱ្យយ៉ាងសំខាន់ក្នុងការអភិវឌ្ឍសមត្ថភាពគ្រឹះវិះពិចារណា និងការដោះស្រាយបញ្ហាក្នុងជីវភាពរស់នៅប្រចាំថ្ងៃ។ ក្នុងចំណោមមេកធាងជាច្រើននៃគណិតវិទ្យា ការសិក្សាអំពី «**ចំនួនកុំផ្លិច**» គឺជាមូលដ្ឋានគ្រឹះដ៏សំខាន់បំផុតមួយនៃគណិតវិទ្យា ដែលសិស្សានុសិស្សថ្នាក់ទី១២ ចាំបាច់ត្រូវតែស្វែងយល់ឱ្យបានច្បាស់លាស់។ ចំនួនកុំផ្លិចមិនត្រឹមតែជាស្ថានភាពម្ខាងម្នាក់ក្នុងការដោះស្រាយសមីការពិជគណិតដែលគ្មានឫសក្នុងសំណុំចំនួនពិតប៉ុណ្ណោះទេ តែថែមទាំងជាគន្លឹះក្នុងការយល់ដឹងអំពីទម្រង់ត្រីកោណមាត្រ រូបមន្តដឺម៉រ ឬសទី n នៃចំនួនកុំផ្លិច និងការអនុវត្តក្នុងធរណីមាត្រផងដែរ។

ដោយយល់ឃើញពីសារៈសំខាន់នេះ និងកត់សម្គាល់ឃើញពីការលំបាករបស់សិស្សានុសិស្សមួយចំនួនក្នុងការស្វែងយល់អំពីការគណនា និងដោះស្រាយលំហាត់ចំនួនកុំផ្លិច ខ្ញុំបាទបានខិតខំស្រាវជ្រាវ និងចងក្រងសៀវភៅ «**ចំនួនកុំផ្លិច**» នេះឡើង។ សៀវភៅនេះត្រូវបានរៀបចំឡើងយ៉ាងសម្រិតសម្រាំង ដោយបែងចែកជា **៣ មេរៀន** (ចំនួនកុំផ្លិច ទម្រង់ពិជគណិត ចំនួនកុំផ្លិចទម្រង់ត្រីកោណមាត្រ និងស្វ័យគុណ-ឫសទី n) ដែលមេរៀននីមួយៗមាន **មេរៀនសង្ខេប វិធីសាស្ត្រក្នុងការគណនា លំហាត់មានជំនោះស្រាយ និងលំហាត់ប្រតិបត្តិសម្រាប់អនុវត្ត** ព្រមទាំង **២ ផ្នែកបន្ថែម**គឺ លំហាត់ស្រាវជ្រាវ និងវិញ្ញាសាពង្រឹងសមត្ថភាព និងចម្លើយ-ជំនោះស្រាយលម្អិត ដើម្បីសម្រួលដល់ការសិក្សាស្រាវជ្រាវរបស់សិស្សានុសិស្សឱ្យកាន់តែមានភាពងាយស្រួល និងស៊ីជម្រៅ។

ខ្ញុំបាទសង្ឃឹមយ៉ាងមុតមាំថា សៀវភៅនេះនឹងក្លាយជាឯកសារយោងដ៏មានតម្លៃសម្រាប់ការត្រៀមប្រឡងសញ្ញាបត្រមធ្យមសិក្សាទុតិយភូមិ (បាក់ឌុប) និងជួយជំរុញទឹកចិត្តសិស្សានុសិស្សទាំងអស់ឱ្យកាន់តែមានភាពជឿជាក់លើសមត្ថភាពរបស់ខ្លួន។ ទោះបីជា ខ្ញុំបាទ បាន ខិតខំ ប្រឹងប្រែង យ៉ាងណាក៏ដោយ ក៏កំហុសឆ្គង ដោយ អចេតនា អាច នឹង កើតមាន អាស្រ័យហេតុនេះខ្ញុំបាទរង់ចាំទទួលនូវរាល់មតិវិះគន់ស្ថាបនាតាមរយៈលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ និងមិត្តអ្នកអានដោយក្តីសោមនស្សរីករាយបំផុត។

ថ្ងៃទី..... ខែ..... ឆ្នាំ២០២៦

លោកគ្រូ ខែម ពុទ្ធី

សេចក្តីជីវគុណ

ជាបឋម ខ្ញុំបាទ **លោកគ្រូ ខេម ពុទ្ធី** សូមលំឱនកាយវាចាចិត្ត ថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅបំផុត ជូនចំពោះលោកអ្នកមានគុណទាំងពីរ គឺមាតា និងបិតារបស់ខ្ញុំ ដែលលោកទាំងពីរបានពលិកម្មគ្រប់បែបយ៉ាង ចិញ្ចឹមបីបាច់ថែរក្សា ផ្តល់ភាពកក់ក្តៅ និងអប់រំទូន្មានប្រៀនប្រដៅខ្ញុំបាទតាំងពីកុមារភាព រហូតធ្វើឱ្យខ្ញុំអាចឈរយ៉ាងរឹងមាំនៅលើវិថីជីវិតមួយនេះ។ បើគ្មានការលះបង់ និងសេចក្តីស្រឡាញ់ដ៏មហាសាលពីលោកទាំងពីរទេ នោះខ្ញុំបាទក៏ប្រហែលជាគ្មានថ្ងៃនេះឡើយ។

ជាបន្តបន្ទាប់ ខ្ញុំបាទសូមសម្តែងនូវសេចក្តីគោរពដឹងគុណយ៉ាងស្មោះស្ម័គ្រ ជូនចំពោះលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ និងសាស្ត្រាចារ្យគ្រប់លំដាប់ថ្នាក់ តាំងពីកម្រិតបឋមសិក្សា រហូតដល់ថ្នាក់សាកលវិទ្យាល័យ ដែលបានខិតខំចំណាយកម្លាំងកាយចិត្តក្នុងការផ្ទេរនូវចំណេះដឹង និងបណ្តុះបណ្តាលរូបខ្ញុំឱ្យក្លាយជាធនធានមនុស្សមួយរូបប្រកបដោយសមត្ថភាព។ រាល់ដំបូន្មានដែលទទួលបានពីលោកគ្រូ អ្នកគ្រូ គឺជាប្រទិបបំភ្លឺផ្លូវដែលតែងតែចង្អុលបង្ហាញឱ្យខ្ញុំបាទដើរលើកន្លងដ៏ត្រឹមត្រូវ។

ជាពិសេសលើសពីនេះទៅទៀត ខ្ញុំបាទសូមថ្លែងអំណរគុណយ៉ាងជ្រាលជ្រៅ និងធ្វើជូននូវសេចក្តីស្រឡាញ់ដ៏ធំធេងមិនអាចកាត់ថ្លៃបាន ជូនចំពោះភរិយាជាទីស្រឡាញ់របស់ខ្ញុំ គឺលោកស្រី **ច័ន្ទ សុគន្ធា** ព្រមទាំងកូនស្រីជាទីស្រឡាញ់ **ខេម សោភា** ដែលតែងតែនៅក្បែរ ផ្តល់ភាពកក់ក្តៅ មើលថែទាំ លើកទឹកចិត្ត និងលះបង់គ្រប់បែបយ៉ាង ដើម្បីឱ្យខ្ញុំបាទមានពេលវេលាពេញលេញក្នុងការស្រាវជ្រាវ និងចងក្រងសៀវភៅមួយក្បាលនេះឡើងរហូតទទួលបានជោគជ័យ។

សៀវភៅ «**ចំណូលអំនឿច**» មួយក្បាលនេះ មិនអាចលេចចេញជារូបរាងឡើងបានឡើយ ប្រសិនបើគ្មានការលើកទឹកចិត្តពីមនុស្សជាច្រើនជុំវិញខ្លួនខ្ញុំ។ ខ្ញុំបាទសូមអរគុណដល់មិត្តភក្តិ បងប្អូន និងសហការីទាំងអស់ ដែលតែងតែផ្តល់មតិយោបល់ ជួយកែសម្រួល និងជួយជំរុញទឹកចិត្តខ្ញុំនៅក្នុងដំណើរការនៃការចងក្រងសៀវភៅនេះជាភាសា LATEX ។ ជាចុងបញ្ចប់ ខ្ញុំបាទសូមប្រសិទ្ធពរជ័យ សិរីសួស្តី ជ័យមង្គល ជូនដល់លោកអ្នកមានគុណ លោកគ្រូ អ្នកគ្រូ ភរិយា កូនស្រីព្រមទាំងមិត្តអ្នកសិក្សាទាំងអស់ សូមប្រកបដោយសុខភាពល្អបរិបូណ៌ ប្រាជ្ញាក្តីថ្លា ជោគជ័យគ្រប់ការកិច្ច និងសម្រេចបាននូវរាល់បំណងប្រាថ្នាក្នុងជីវិតជានិរន្តរ៍។

ថ្ងៃទី..... ខែ..... ឆ្នាំ២០២៦

លោកគ្រូ ខេម ពុទ្ធី

និមិត្តសញ្ញាដែលប្រើក្នុងសៀវភៅនេះ

និមិត្តសញ្ញា	អត្ថន័យ / ការកំណត់	និមិត្តសញ្ញា	អត្ថន័យ / ការកំណត់
សំណុំចំនួន និងចំនួនកុំផ្លិច		ធរណីមាត្រ និងរូបវន្តកុំផ្លិច	
$\mathbb{C}$	សំណុំចំនួនកុំផ្លិច	(P)	ប្លង់កុំផ្លិច (ប្លង់អារហ្គង់)
$\mathbb{R}$	សំណុំចំនួនពិត	$(O, \vec{u}, \vec{v})$	តម្រុយអរតូណរម៉ាល់នៃប្លង់កុំផ្លិច
$\mathbb{Q}, \mathbb{Z}, \mathbb{N}$	សំណុំចំនួនសនិទាន, គត់, ធម្មជាតិ	$M(z)$ ឬ $M(a, b)$	ចំណុចរូបភាពនៃ z (z ជាអាក្រិចនៃ M)
i	ឯកតានិមិត្ត ($i^2 = -1$)	$\vec{w}(z)$	វ៉ិចទ័ររូបភាពនៃចំនួនកុំផ្លិច z
$z = a + bi$	ទម្រង់ពិជគណិត ($a, b \in \mathbb{R}$)	$\vec{z}_{AB} = z_B - z_A$	អាក្រិចនៃវ៉ិចទ័រ $\vec{AB}$
$\operatorname{Re}(z)$	ផ្នែកពិតនៃ z ($\operatorname{Re}(z) = a$)	$AB = z_B - z_A $	ប្រវែងអង្កត់ AB (ចម្ងាយពី A ទៅ B)
$\operatorname{Im}(z)$	ផ្នែកនិមិត្តនៃ z ($\operatorname{Im}(z) = b$)	$(\vec{u}, \overrightarrow{OM})$	មុំតម្រង់ទិសស្មើ $\arg(z)$ (mod 2π)
$\bar{z}$ ឬ $\bar{z}$	ចំនួនកុំផ្លិចឆ្លាស់ ($\bar{z} = a - bi$)	$R_{(O, \theta)}$	បំប្លែងរំលងផ្ទុក O មុំ θ
$ z $	ម៉ូឌុលនៃ z ($ z = \sqrt{a^2 + b^2}$)	$h_{(O, k)}$	ចលនាដូចគ្នាផ្ទុក O ផលធៀប k
$\arg(z)$	អាក្រិចនៃចំនួនកុំផ្លិច z	និមិត្តសញ្ញាគណិតវិទ្យាទូទៅ	
$\operatorname{Arg}(z)$	អាក្រិចមេនៃចំនួនកុំផ្លិច ($\in (-\pi, \pi]$)	$\forall$	ចំពោះគ្រប់ (For all)
ទម្រង់ត្រីកោណមាត្រ និងស្វ័យគុណ		$\exists$	មាន / មានយ៉ាងហោចណាស់មួយ
$r(\cos \theta + i \sin \theta)$	ទម្រង់ត្រីកោណមាត្រ ($r = z $)	$\in, \notin$	ជាធាតុនៃ, មិនមែនជាធាតុនៃ
$\operatorname{cis} \theta$	សញ្ញាកាត់ $\cos \theta + i \sin \theta$	$\subset, \subseteq$	ជាសំណុំរងនៃ
$e^{i\theta}$	រូបមន្តអយល័រ ($\cos \theta + i \sin \theta$)	$\cap, \cup$	ប្រសព្វ, ប្រជុំ នៃសំណុំ
$re^{i\theta}$	ទម្រង់អិចស្ប៉ូណង់ស្យែលនៃ z	$\iff$	សមមូល / លុះត្រាតែ
$(\cos \theta + i \sin \theta)^n$	រូបមន្តដឺម៉ូរ ($\cos n\theta + i \sin n\theta$)	$\implies$	នាំឱ្យ / នាំមកនូវ
$w_k = \sqrt[n]{z}$	ឫសទី n នៃ z ($k = 0, \dots, n-1$)	$\sum_{k=1}^n$	ផលបូកពីក្នុងទី 1 ដល់ n
$\mathbb{U}_n$	សំណុំឫសទី n នៃឯកតា	$\prod_{k=1}^n$	ផលគុណពីក្នុងទី 1 ដល់ n

មាតិកា

មេរៀនទី ១ : ចំនួនកុំផ្លិចប្រព័ន្ធភូល	9
១ សញ្ញាណនៃចំនួនកុំផ្លិច	9
២ ប្រមាណវិធីលើចំនួនកុំផ្លិច	18
៣ ចំនួនកុំផ្លិចផ្ទាល់	20
៤ សមីការដឺក្រេទី២ មានមេគុណពិត	21
៥ ចំនួនកុំផ្លិចក្នុងប្លង់កុំផ្លិច	25
៦ វិចារបូកកាត នៃផលបូក និង ផលដកចំនួនកុំផ្លិច និង ផលគុណចំនួនពិតជាមួយនឹងចំនួនកុំផ្លិច	27
► វិញ្ញាសាពហុជ្រើសរើស (១០០ លំហាត់)	32
► លំហាត់អនុវត្តន៍	42
មេរៀនទី ២ : ចំនួនកុំផ្លិចប្រព័ន្ធគ្រឹកោណមាត្រ	63
១ ម៉ូឌុលនៃចំនួនកុំផ្លិច	63
២ អាក្យម៉ង់នៃចំនួនកុំផ្លិច	66
៣ ទម្រង់គ្រឹកោណមាត្រនៃចំនួនកុំផ្លិច	69
៤ ផលគុណចំនួនកុំផ្លិចតាមទម្រង់គ្រឹកោណមាត្រ	71
៥ ផលចែកចំនួនកុំផ្លិចតាមទម្រង់គ្រឹកោណមាត្រ	73
៦ បំប្លែងវ៉លដ៍វ៉ិញគល់តម្រូវនៃប្លង់កុំផ្លិច	74
► វិញ្ញាសាពហុជ្រើសរើស (១០០ លំហាត់)	77
► លំហាត់អនុវត្តន៍	87
មេរៀនទី ៣ : ស្វ័យគុណទី n និង ឫសទី n នៃចំនួនកុំផ្លិច	107
១ ស្វ័យគុណទី n នៃចំនួនកុំផ្លិច	107
២ អនុវត្តន៍ចំនួនកុំផ្លិចក្នុងជណីមាត្រគ្រឹកោណ	110
៣ ឫសទី n នៃចំនួនកុំផ្លិច	111
► វិញ្ញាសាពហុជ្រើសរើស (១០០ លំហាត់)	116
► លំហាត់អនុវត្តន៍	126
► លំហាត់រួម មេរៀនទី១-៣	134
► លំហាត់ដែលធ្លាប់ចេញ	146
ផ្នែកទី ១ : លំហាត់ស្រាវជ្រាវ និង វិញ្ញាសាពហុជ្រើសរើស	167
១ វិញ្ញាសាពហុជ្រើសរើសត្រៀមប្រឡងប្រជែង	167
២ លំហាត់ស្រាវជ្រាវ និង កម្រិតខ្ពស់	173
ផ្នែកទី ២ : ចម្លើយ និង ដំណោះស្រាយ	181
១ តារាងចម្លើយពហុជ្រើសរើស (Answer Keys)	181
២ ដំណោះស្រាយលម្អិត លំហាត់អនុវត្តន៍មេរៀនទី១	185
៣ ដំណោះស្រាយលម្អិត លំហាត់អនុវត្តន៍មេរៀនទី២	190
៤ ដំណោះស្រាយលម្អិត លំហាត់អនុវត្តន៍មេរៀនទី៣ និងលំហាត់រួម	193
៥ ដំណោះស្រាយលម្អិត លំហាត់ដែលធ្លាប់ចេញប្រឡង	197
៦ ដំណោះស្រាយលម្អិត លំហាត់ស្រាវជ្រាវ និង កម្រិតខ្ពស់	200
៧ ចម្លើយសង្ខេប លំហាត់ប្រតិបត្តិក្នុងមេរៀន	205
ឧបសម្ព័ន្ធ	207
► ក. តារាងតម្លៃគ្រឹកោណមាត្រនៃម៉ូឌុលសេស	207
► ខ. រូបមន្តគ្រឹកោណមាត្រសំខាន់ៗ	207
► គ. ឫសទី n នៃឯកតា	208
► ឃ. សង្ខេបរូបមន្តចំនួនកុំផ្លិច	208
► ង. វាក្យសព្ទបច្ចេកទេស ខ្មែរ-អង់គ្លេស	209
ឯកសារយោង	211



ចំនួនកុំផ្លិចប្រឆាំងគណិត

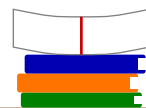
ប្រវត្តិការកើតចំនួនកុំផ្លិច

ចំនួនកុំផ្លិច (Complex Numbers) គឺជាប្រភេទចំនួនដែលត្រូវបានបង្កើតឡើងដើម្បីដោះស្រាយបញ្ហាដែលចំនួនពិត (Real Numbers) មិនអាចដោះស្រាយបាន។ ការរកឃើញរបស់វាមានប្រវត្តិយូរលង់ណាស់មកហើយដោយចាប់ផ្តើមពីតម្រូវការដោះស្រាយសមីការគណិតវិទ្យា៖

- **សម័យក្រិចបុរាណ៖** គណិតវិទូដឹងពីបញ្ហាដែលថាប្រសាករនៃចំនួនអវិជ្ជមានមិនមានចម្លើយនៅក្នុងប្រព័ន្ធចំនួនដែលពួកគេស្គាល់ (ឧទាហរណ៍ គ្មានតម្លៃ x ណាដែលបំពេញ $x^2 = -1$ ឡើយ)។
- **Gerolamo Cardano (១៥០១–១៥៧៦)៖** គណិតវិទូជនជាតិអ៊ីតាលីដែលបានផ្សព្វផ្សាយរូបមន្តដោះស្រាយសមីការដឺក្រេទី៣ (Cubic Equations) ក្នុងសៀវភៅ *Ars Magna* (១៥៤៥)។ ក្នុងសៀវភៅនោះ ពេលចែកលេខ 10 ជាពីរផ្នែកដែលមានផលគុណ 40 គាត់បានជួបប្រទះប្រសាករនៃចំនួនអវិជ្ជមាន ($5 \pm \sqrt{-15}$) ដែលកាលនោះហៅថា "ចំនួនមិនអាចទៅរួច" (Impossible Numbers)។
- **Rafael Bombelli (១៥២៦–១៥៧២)៖** គណិតវិទូដំបូងគេដែលបានសិក្សាស៊ីជម្រៅលើចំនួនទាំងនេះ។ គាត់បានបង្ហាញពីរបៀបប្រើប្រាស់នៃចំនួនអវិជ្ជមានដើម្បីដោះស្រាយសមីការគូប ដូចជា $x^3 - 15x = 4$ (ដែលមានប្រសព្វពិត $x = 4$) និងបានបង្កើតក្បួនប្រមាណវិធី បូក ដក គុណ ចែក ដែលជាមូលដ្ឋានគ្រឹះនៃចំនួនកុំផ្លិច។
- **René Descartes (១៥៩៦–១៦៥០)៖** បានបង្កើតពាក្យ "Imaginary Number" (ចំនួននិមិត្ត) សម្រាប់សម្គាល់ប្រសាករនៃចំនួនអវិជ្ជមាន។
- **Leonhard Euler (១៧០៧–១៧៨៣)៖** បានធ្វើឱ្យចំនួនកុំផ្លិចមានសារៈសំខាន់បំផុត ដោយបង្កើតនិមិត្តសញ្ញា i តំណាងឱ្យ $\sqrt{-1}$ (មកពីពាក្យ "Imaginary") និងរកឃើញរូបមន្តដ៏ល្បីល្បាញ $e^{i\theta} = \cos \theta + i \sin \theta$ ។
- **Carl Friedrich Gauss (១៧៧៧–១៨៥៥)៖** បានផ្តល់ឈ្មោះជាផ្លូវការថា "Complex Number" (ចំនួនកុំផ្លិច) និងបង្ហាញពីរបៀបតាងចំនួនទាំងនេះលើប្លង់ធរណីមាត្រ (ប្លង់កុំផ្លិច) ដែលធ្វើឱ្យងាយស្រួលយល់ និងមើលឃើញជាក់ស្តែង។

១ សញ្ញាណនៃចំនួនកុំផ្លិច

☎ 092 522 866



පාඨශ්ලේ ၁

iii. $i^{4k} = 1$

2. $i^{4k+1} = i$

Ⓜ. $i^{4k+2} = -1$


 $i^{4k+3} = -i$

၁၆

 *i*¹⁹⁷⁵

2. i^{1979}

 ค. ๒๐๑๙

 *i*2021

 *i*2025

 JYVÄSKYLÄ *i*2026

គន្លឹះដោះស្រាយ: ដើម្បីគណនាស្វ័យគុណ i^n យើងត្រូវយកនិទស្សន្ត n ចែកនឹង 4 ដើម្បីរកសំណល់ r ។ ពេលនោះ $i^n = i^r$ ។ សំណល់ r អាចជា $0, 1, 2, 3$ ដែលត្រូវនឹងតម្លៃ $1, i, -1, -i$ តាមលំដាប់។

ក. យក $1975 \div 4$ បានផលចែក 493 សំណល់ 3។ ដូច្នេះ $i^{1975} = i^{4(493)+3} = (i^4)^{493} \cdot i^3 = 1 \cdot (-i) = -i$

២. យក $1979 \div 4$ បានផលចែក 494 សំណល់ 3។ ដូច្នេះ $i^{1979} = i^{4(494)+3} = (i^4)^{494} \cdot i^3 = 1 \cdot (-i) = -i$

(ក). យក $2019 \div 4$ បានផលចែក 504 សំណល់ 3។ ដូច្នេះ $i^{2019} = i^{4(504)+3} = (i^4)^{504} \cdot i^3 = 1 \cdot (-i) = -i$

ឃ. យក $2021 \div 4$ បានផលចែក 505 សំណល់ 1។ ដូច្នេះ $i^{2021} = i^{4(505)+1} = (i^4)^{505} \cdot i^1 = 1 \cdot i = i$

៥. យក $2025 \div 4$ បានផលចែក 506 សំណល់ 1។ ដូច្នេះ $i^{2025} = i^{4(506)+1} = (i^4)^{506} \cdot i^1 = 1 \cdot i = i$

ច. យក $2026 \div 4$ បានផលចែក 506 សំណល់ 2។ ដូច្នេះ $i^{2026} = i^{4(506)+2} = (i^4)^{506} \cdot i^2 = 1 \cdot (-1) = -1$

ប្រតិបត្តិ ២

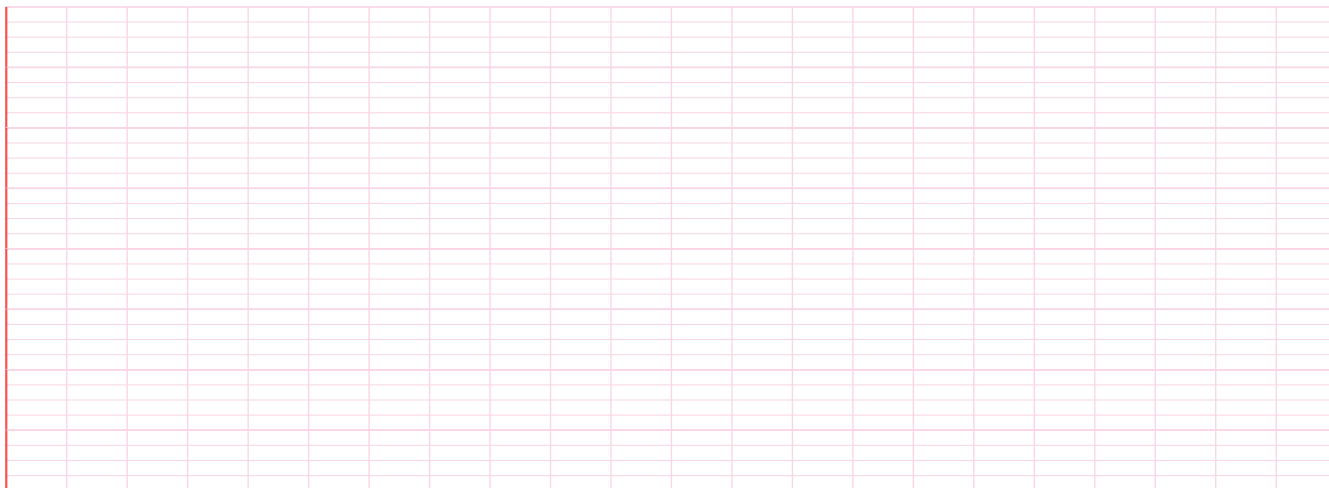
 *i*²⁰²⁷

2. i^{2030}

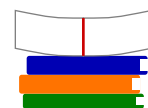
๓. i^{100}

$$\textcircled{w}. i^{2024} + i^{2025} + i^{2026} + i^{2027}$$

បង្ហាញ:



១.៣ ចំនួនកុំផ្លិច ចំនួនឆ្លាស់ និងចំនួនផ្ទុយ



និយមន័យ ២ : ចំនួនកុំផ្លិច

ចំនួនកុំផ្លិចជាចំនួនដែលមានរាង $a + bi$ ដែល a និង b ជាចំនួនពិត។ គេតាងសំណុំចំនួនកុំផ្លិចដោយ $\mathbb{C}$ ។

លំហាត់គំរូ

៣

ចូរសរសេរចំនួនកុំផ្លិចខាងក្រោមជាទម្រង់ពិជគណិត

ក. $3 + \sqrt{-144}$

ខ. $5 + \sqrt{-12}$

គ. $6 + \sqrt{-169}$

ឃ. $18 - \sqrt{-169}$

បង្ហាញ:

គន្លឹះដោះស្រាយ: បើយើងមានចំនួនកុំផ្លិចដែលមានរាង $a + \sqrt{-c}$ នោះយើងត្រូវបំប្លែងវាឱ្យមានទៅជាចំនួននិម្មិត ដោយប្រើលក្ខណៈ $\sqrt{-c} = i\sqrt{c}$ ។

ដំណោះស្រាយលម្អិត:

ក. $3 + \sqrt{-144} = 3 + \sqrt{144 \cdot (-1)} = 3 + 12i$

ខ. $5 + \sqrt{-12} = 5 + \sqrt{12 \cdot (-1)} = 5 + i\sqrt{4 \cdot 3} = 5 + 2i\sqrt{3}$

គ. $6 + \sqrt{-169} = 6 + \sqrt{169 \cdot (-1)} = 6 + 13i$

ឃ. $18 - \sqrt{-169} = 18 - \sqrt{169 \cdot (-1)} = 18 - 13i$