

\*

# ОСНОВИ КОСМОНАВТИ КИ

\*

# План уроку:

1. Зародження космонавтики.
2. Колова швидкість.
3. Рух космічних апаратів по еліптичних орбітах.
4. Період обертання космічного апарата.
5. Друга і третя космічні швидкості.
6. Практичне використання космонавтики.

# 1. Зародження космонавтики

Космонавтика вивчає рух штучних супутників Землі (ШСЗ), космічних кораблів і міжпланетних станцій у космічному просторі. Існує одна суттєва різниця між природними тілами та штучними космічними апаратами: останні за допомогою реактивних двигунів можуть змінювати параметри своєї орбіти.

Значний внесок у створення наукових основ космонавтики, пілотованих космічних кораблів та автоматичних міжпланетних станцій (АМС) зробили українські вчені.

К.Е.Ціолковський створив теорію реактивного руху. У 1902 р. він уперше довів, що тільки за допомогою реактивного двигуна можна досягти першої космічної швидкості.

Український учений Ю. В. Кондратюк у 1918 р. обчислив траєкторію польоту на Місяць, яка була пізніше застосована у США під час підготовки космічних експедицій «Аполлон».



К.Е.Ціолковський  
(1857-1935)



Ю.В.Кондратюк (1898-1942)

Видатний конструктор перших у світі космічних кораблів і міжпланетних станцій С. П. Корольов (1906—1966) народився та вчився в Україні. Під його керівництвом 4 жовтня 1957 р. у Радянському Союзі був запущений перший у світі ШСЗ, створені АМС, які першими в історії космонавтики досягли Місяця, Венери та Марса. Найбільшим досягненням космонавтики в той час був перший пілотований політ космічного корабля «Восток», на якому 12 квітня 1961 р. льотчик-космонавт Ю. О. Гагарін здійснив космічну кругосвітню подорож.



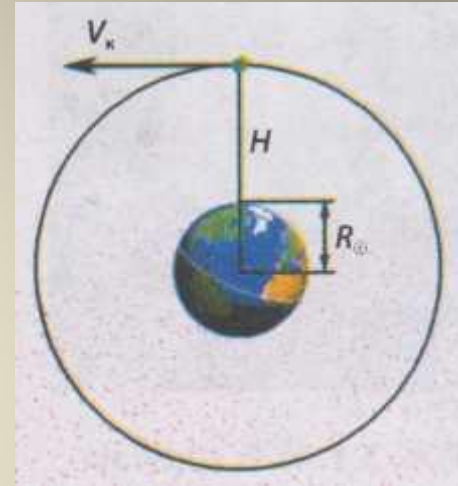
## 2. Колова швидкість

Розглянемо орбіту супутника, який обертається по коловій орбіті на висоті  $H$  над поверхнею Землі. Для того щоб орбіта була сталою і не змінювала свої параметри, повинні виконуватися дві умови:

1. Вектор швидкості має бути напрямлений по дотичній до орбіти;
2. Величина лінійної швидкості супутника має дорівнювати *коловій швидкості*, яка визначається рівнянням:

$$V_k = \sqrt{G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus} + H}},$$

де  $M_{\oplus} = 6 \cdot 10^{24}$  кг — маса Землі;  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  ( $\text{Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$ ) — стала всесвітнього тяжіння;  $H$  — висота супутника над поверхнею Землі,  $R = 6,37 \cdot 10^3$  м — радіус Землі.



З формули випливає, що найбільше значення колова швидкість має при висоті  $H=0$ , тобто у тому випадку, коли супутник рухається біля самої поверхні Землі. Така швидкість у космонавтиці називається першою космічною:

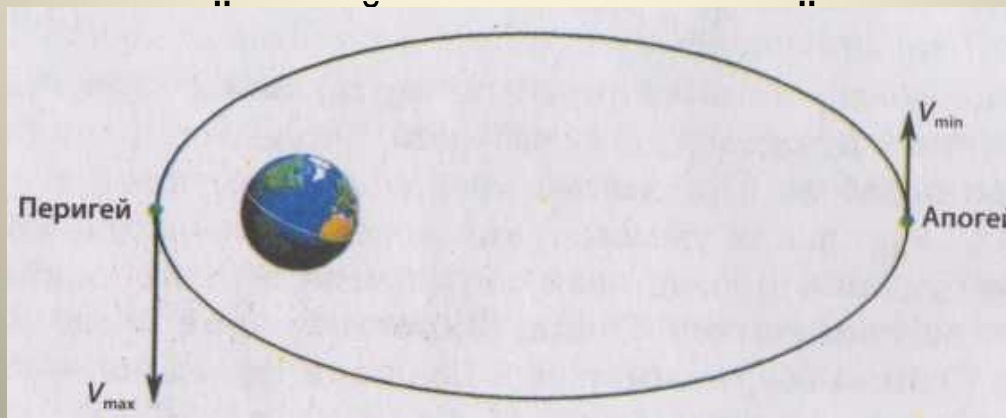
$$V_1 = \sqrt{G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus}}}$$

**Перша космічна швидкість**  $v_1 = 7,9$  км/с — швидкість, яку треба надати тілу для того, щоб воно оберталось навколо Землі по коловій орбіті, радіус якої дорівнює радіусу Землі.

У реальних умовах жодний супутник не може обертатися навколо Землі по коловій орбіті з першою космічною швидкістю, бо густа атмосфера дуже гальмує рух тіл, що рухаються з великою швидкістю. Якби навіть швидкість ракети в атмосфері досягла величини першої космічної, то великий опір повітря розігрів би її поверхню до такої високої температури, що вона б миттєво розплавилася. Тому ракети під час старту з поверхні Землі спочатку піднімаються вертикально вгору до висоти кілька сотень кілометрів, де опір повітря незначний, і тільки тоді супутникові надається відповідна швидкість у горизонтальному напрямку.

# 3. Рух космічних апаратів по еліптичних орбітах

Якщо величина швидкості супутника буде відрізнятися від колової або вектор швидкості не буде паралельним до площини горизонту, тоді космічний апарат (КА) буде обертатися навколо Землі по еліптичній траєкторії. Згідно з першим законом Кеплера, в одному з фокусів еліпса повинний міститися центр Землі, тому площина орбіти супутника має перетинати площину екватора або співпадати з нею. У цьому випадку висота супутника над поверхнею Землі змінюється в межах від **перигею** до **апогею**. Ці назви аналогічні відповідним точкам на орбітах планет — *перигелію* та *афелію*. Якщо супутник рухається по еліптичній траєкторії, то, згідно з другим законом Кеплера, змінюється його швидкість: найбільшу швидкість супутник має



**Перигей** - точка орбіти КА, яка розташована найближче до Землі

**Апогей** - точка орбіти КА, яка розташована найдальше від Землі

# 4. Період обертання космічного апарата

Період обертання космічного апарата, який рухається навколо Землі по еліпсу зі змінною швидкістю, можна визначити за допомогою **третього закону Кеплера**:

$$\frac{T_C^2}{T_M^2} = \frac{a_C^3}{a_M^3}$$

де  $T_C$  — період обертання супутника навколо Землі;  $T_M = 27,3$  доби — сидеричний період обертання Місяця навколо Землі;  $a_C$  — велика піввісь орбіти супутника;  $a_M = 380000$  км — велика піввісь орбіти Місяця.

З рівняння визначимо:

$$T_C = T_M \sqrt{\frac{a_C^3}{a_M^3}}$$

У космонавтиці особливу роль відіграють ШСЗ, які «висять» над однією точкою Землі. Такі супутники називають **геостаціонарними**, їх використовують для космічного зв'язку.



# 5. Друга і третя космічні

## швидкості

Друга і третя космічні швидкості визначають умови відповідно для міжпланетних і міжзоряних перельотів.

Якщо порівняти другу космічну швидкість  $V_2$  з першою  $V_1$ , то отримуємо співвідношення:  $V_2 = \sqrt{2V_1}$ .

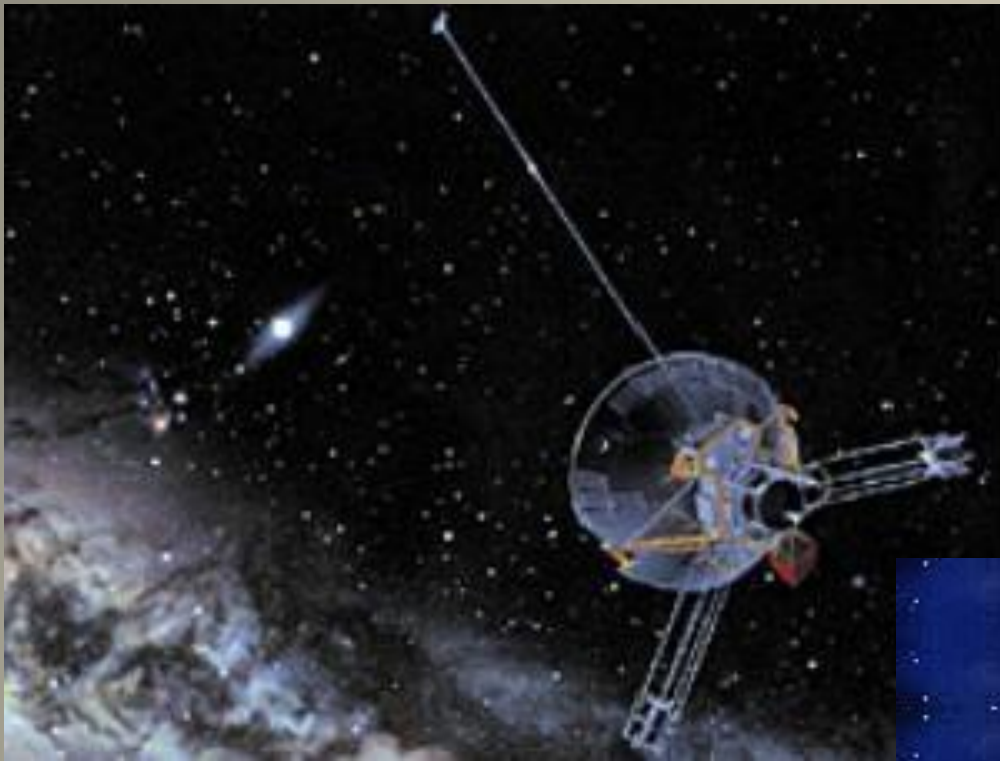
Космічний корабель, який стартує з поверхні Землі з другою космічною швидкістю і рухається по параболічній траєкторії, міг би полетіти до зір, бо парабола є незамкненою кривою, яка прямує до нескінченності. Але в реальних умовах такий корабель не покине Сонячну систему, бо будь-яке тіло, що вийшло за межі земного тяжіння, потрапляє в гравітаційне поле Сонця. Тобто космічний корабель стане супутником Сонця і обертатиметься в Сонячній системі подібно до планет чи астероїдів.

**Друга космічна швидкість**  $V_2 = \sqrt{2V_1} = 11,2 \frac{\text{км}}{\text{с}}$ , тобто найменша швидкість, при якій тіло покидає сферу тяжіння Землі й може стати супутником Сонця.

**Третя космічна швидкість** — мінімальна швидкість, коли ракета при старті з поверхні Землі може покинути сферу тяжіння Сонця й полетіти в галактичний простір

Для польоту за межі Сонячної системи космічному кораблеві треба надати третю космічну швидкість  $V_3=16,7$  км/с. На жаль, потужність сучасних реактивних двигунів ще недостатня для польоту до зір при старті безпосередньо з поверхні Землі. Але, якщо КА пролітає через гравітаційне поле іншої планети, він може отримати додаткову енергію, яка дозволяє в наш час робити міжзоряні польоти. У США уже запустили кілька таких АМС («Піонер-10,11» та «Вояджер-1,2»), які в гравітаційному полі планет - гігантів збільшили свою швидкість настільки, що в майбутньому вилетять за межі Сонячної системи.

Під час міжпланетних польотів, наприклад, на Марс, КА летить по еліпсу, у фокусі якого перебуває Сонце. Найвигідніша траєкторія з найменшою витратою енергії пролягає по еліпсу, який є дотичним до орбіт Землі й Марса. Точки старту та прильоту лежать на одній прямій по різні боки від Сонця. Такий політ в один бік триває понад 8 місяців. Космонавтам, які в недалекому майбутньому відвідають Марс, треба врахувати ще й те, що одразу ж повернутися на Землю вони не зможуть. Справа в тому, що Земля по орбіті рухається швидше, ніж Марс, і через 8 місяців його випередить. Для повернення космонавтам треба чекати на Марсі ще 8 місяців, поки Земля займе вигідне положення. Тобто загальна тривалість експедиції на Марс буде не менше ніж 2 роки.



Піонер-10

Вояджер-2



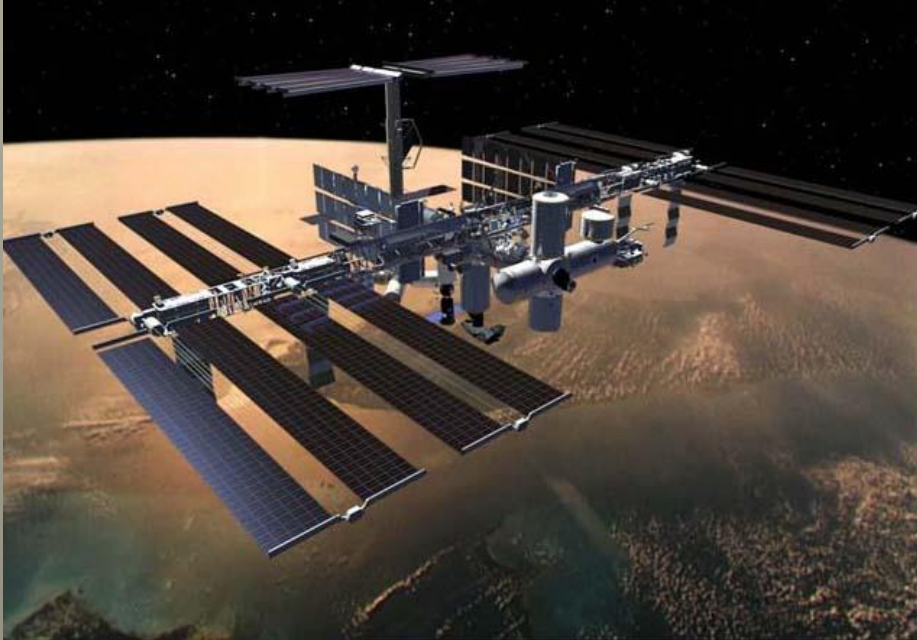
# 6. Практичне використання КОСМОНАВТИКИ

У наш час космонавтика використовується не тільки для вивчення Всесвіту, але й приносить велику практичну користь людям на Землі. Штучні космічні апарати вивчають погоду, досліджують космос, допомагають вирішувати екологічні проблеми нашої планети, ведуть пошуки корисних копалин, забезпечують радіонавігацію. Але найбільший успіх космонавтики випав на долю космічних засобів зв'язку, космічного мобільного телефону, телебачення та Інтернету.

Україна бере активну участь у міжнародних космічних програмах. Учені проектують будівництво космічних сонячних електростанцій, які будуть передавати енергію на Землю. У недалекому майбутньому хтось із тих учнів, які зараз вчать в школі, полетить на Марс, буде освоювати Місяць та астероїди. Нас чекають загадкові чужі світи і зустріч з іншими формами життя, а можливо, й із позаземними цивілізаціями.

# Висновки

Космонавтика як наука про польоти в міжпланетний простір бурхливо розвивається і займає особливе місце в методах вивчення небесних тіл та космічного середовища. Крім того в наш час космонавтика успішно використовується в засобах зв'язку (мобільні телефони, радіо, телебачення, Інтернет), у навігації, геології, метеорології та багатьох інших галузях діяльності людини.



# Тести

1. З першою космічною швидкістю може летіти космічний корабель, що обертається навколо Землі по коловій орбіті на такій висоті над поверхнею:

A. 0 км.

Б. 100  
км.

В. 200  
км.

Г. 1000  
км.

Д. 10 000 км.

2. Ракета стартує з поверхні Землі з другою космічною швидкістю. Куди вона долетить?

A. До

Б. До Сонця

В. Стане супутником

Місяця Г. Стане супутником Марса

Д. Полетить до Міра

3. Космічний корабель обертається навколо Землі по еліптичній орбіті. Як називається точка орбіти, де космонавти перебувають найближче до Землі?

A. Перигей

Б.  
Перигелій

В. Апогей

Г. Афелій

Д. Парсек

# Домашнє завдання

1. Опрацювати § 5.
2. Підготувати доповіді на тему:
  - Г. Галілей — засновник телескопічної астрономії.
  - Спектр електромагнітних хвиль — від гамма-променів до радіохвиль.
  - Що таке чорне тіло і як воно випромінює? Закони теплового випромінювання.
  - Телескопи минулого, сучасного та майбутнього. Поняття всехвильової астрономії. Утворення спектрів небесних тіл. Астрономічні обсерваторії світу та України.