

УДК 373.5.016:53+52]:[37.091.33-027.22:001.89
DOI: 10.31652/2786-5754-2026-10-42-49

Заболотний В. Ф.

доктор педагогічних наук, кандидат фізико-математичних наук, професор,
професор кафедри фізики і методики навчання фізики, астрономії
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
ORCID ID 0000-0002-7866-6000
e-mail: Zabvad@gmail.com

Мислицька Н.А.

доктор педагогічних наук, професор,
завідувач кафедри науково-природничих та математичних дисциплін,
Комунальний заклад вищої освіти «Вінницький гуманітарно-педагогічний коледж»
ORCID ID 0000-0002-1806-4737
e-mail: mislitskay@gmail.com

ARTEMIS II: STEM-ОСВІТА ТА ФІЗИКА МІСІЇ. СТВОРЮЄМО КОНТЕКСТНІ ЗАВДАННЯ ДЛЯ НУШ

У статті розглянуто проблему подолання «формалізму знань» у здобувачів освіти шляхом системного впровадження контекстних (життєвих) задач із фізики та астрономії в освітній процес старшої школи та закладів фахової передвищої освіти. Авторами проаналізовано сучасний науковий дискурс навколо компетентнісного підходу, реалізації вимог Нової української школи (НУШ) та міжнародних стандартів оцінювання якості освіти PISA. Визначено провідні напрями диференціації змісту завдань відповідно до профілю навчання (технічного, природничого, гуманітарного), а також наявні класифікації життєвих задач за характером фабули, як-от побутові, валеологічні, екологічні та науково-популярні. Особливу увагу приділено методичним викликам, з якими стикаються педагоги на практиці: складності оцінювання комплексних видів діяльності, труднощам розв'язання нестандартних умов штучним інтелектом і гострому браку готового дидактичного контенту в стандартних підручниках. Як дієве рішення цієї проблеми та засіб реалізації моделей STEM-освіти запропоновано авторську методіку конструювання контекстних завдань на основі актуального світового інформаційного приводу – сучасної місячної місії NASA Artemis II, старт якої відбувся 1 квітня 2026 року. У теоретичному блоці деталізовано фізичні процеси та інженерні параметри ракети-носія SLS і корабля Orion, що охоплюють теми: реактивний рух, закони збереження, гравітаційні маневри, радіаційний захист та оптику. Наведено приклади різнорівневих задач (розрахунки імпульсу, космічних швидкостей, сили тяги, затримки лазерного сигналу) та методичну аналогію між спаданням атмосферного тиску й законом радіоактивного розпаду. Обґрунтовано потенціал залучення місії Artemis II до уроків для покоління «Альфа» в контексті підписання Україною «Угод Артеміди» та інтеграції майбутніх фахівців у світову космічну індустрію.

Ключові слова: контекстні задачі, фізика місії Artemis II, STEM-освіта, Нова українська школа, природничо-наукова грамотність, методика навчання фізики

Zabolotnyi V. F.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Ukraine, Professor of the Department of Physics and Methods of Teaching Physics, Astronomy, Vinnytsia Mykhailo Kotsiubynskyi State Pedagogical University, Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-7866-6000
e-mail: Zabvad@gmail.com

Myslitska N. A.

Doctor of Pedagogical Sciences, Professor,
Head of the Department of Science and Mathematics,
Vinnytsia Humanitarian and Pedagogical College, Vinnytsia, Ukraine
ORCID ID 0000-0002-1806-4737
e-mail: mislitskay@gmail.com

ARTEMIS II: STEM EDUCATION AND PHYSICS MISSION. CREATING CONTEXTUAL TASKS FOR NUSH

The article addresses a relevant methodological problem in modern didactics: overcoming the «formalism of knowledge» among students through the systematic use of contextual (real-life) problems in physics and astronomy within senior high schools and vocational colleges. The authors analyze contemporary discourse around the competence-based approach, the New Ukrainian School (NUSH) concept, and international standards like PISA. The paper identifies directions for differentiating task content according to educational profiles (technical, natural sciences, humanities) and examines classifications of real-life problems based on their plots (household, health, ecological, popular science). Special attention is paid to methodological challenges: the complexity of assessing multifaceted student activities, the difficulties AI models face with non-standard tasks, and the shortage of quality contextual content in textbooks. As an effective solution and a means of implementing STEM education, the authors propose an original methodology for designing contextual tasks based on a current global news event—NASA lunar mission Artemis II. The theoretical block details the physical processes and engineering parameters of the Space Launch System rocket and the Orion spacecraft, covering jet propulsion, conservation laws, gravitational maneuvers, radiation protection, and optics. The paper provides examples of multi-level tasks with methodological advice for teachers, including calculations of momentum, cosmic velocities, engine thrust, and laser signal delays. To facilitate a deeper understanding of non-linear processes, an original analogy is introduced between atmospheric pressure decrease at high altitudes and the law of radioactive decay. The patriotic and pragmatic potential of integrating the Artemis II mission into physics lessons for the «Alpha» generation is substantiated, given that Ukraine has been a signatory of the Artemis Accords since 2020.

Keywords: contextual problems, Artemis II mission physics, STEM education, New Ukrainian School, scientific literacy, physics teaching methodology

Постановка проблеми у загальному вигляді. Застосування контекстних задач із фізики у старшій школі є одним із ключових трендів у сучасній дидактиці.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналіз наукових публікацій та дидактичних досліджень дає можливість виділити кілька провідних напрямів, навколо яких будується сучасна наукова дискусія. Більшість дослідників (зокрема, у контексті впровадження концепції НУШ та орієнтації на дослідження PISA) розглядають контекстні задачі як головний інструмент подолання «формалізму знань» [1,2]. По суті підходу у публікаціях наголошується, що традиційні задачі часто відірвані від реальності (наприклад, «ідеальний газ у невагомості»), натомість контекстні задачі занурюють учня у реальну життєву, побутову чи професійну ситуацію [1, с.168].

Як результат досліджень науковці стверджують, що розв'язання таких задач сприяє формуванню природничо-наукової грамотності, критичного мислення та вміння бачити фізичні закони у повсякденному житті, що забезпечує формування компетентностей та зв'язок із життям.

З погляду профільного навчання та професійної орієнтації для старшої школи (10-12 класи) характерний розподіл за профілями, тому наукові праці часто зосереджені на диференціації контексту. Так для технічного та природничого профілю у науково-методичних публікаціях пропонуються задачі з виробничим, інженерним або екологічним контекстом (наприклад, розрахунок енергоефективності сонячних панелей, фізика сучасного транспорту). Для гуманітарного профілю дослідники рекомендують використовувати історико-культурний контекст (фізика в мистецтві, біографії вчених, архітектура) або біофізичні сюжети (фізика в живих організмах, медицині), що допомагає утримувати мотивацію учнів-нефізиків.

Дидакти фізики пропонують різні класифікації та структуру життєвих задач. У методичних публікаціях часто пропонують власні типології контекстних задач [1]. Загалом виділяють такі типи за характером контексту: побутові - пов'язані з використанням побутової техніки, безпекою життєдіяльності, валеологічні та екологічні, у яких зосереджуються на впливі фізичних факторів – радіоактивність, електромагнітне випромінювання тощо, на здоров'я людини та довкілля, науково-популярні - аналіз уривків із художніх творів, кінофільмів або фантастики з погляду фізики.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Варто зазначити й окремі методичні труднощі й виклики застосування такого виду задач як на уроках так і під час самостійного опрацювання. Окремий пласт публікацій присвячено аналізу проблем, з якими стикаються учителі. Серед них труднощі оцінювання, адже критерії оцінювання контекстних задач є складнішими, оскільки учень оцінюється не лише за правильно отриману формулу/відповідь, а й за етапи інтерпретації результату та аналіз умов. Варто зазначити, що контекстні задачі, на відміну від традиційних, штучний інтелект, до якого зазвичай звертаються учні з метою одержання розв'язку, розглядає з певними труднощами. Певним викликом на даний час є брак готового контенту. Багато авторів констатують, що в стандартних підручниках відсоток якісних контекстних задач залишається низьким, що змушує/навантажує вчителя фізики витрачати час на їх самостійне конструювання.

Враховуючи вплив змін у постіндустріальному суспільстві на всі сфери, в тому числі освітню, науковці наголошують на переході вчителя від ролі «транслятора знань» до ролі ментора чи фасилітатора. Науковий дискурс підтверджує: контекстні задачі у старшій школі є дієвим засобом підвищення мотивації та реалізації STEM-підходу. Водночас актуальним напрямом досліджень залишається розробка цілісних методичних систем та посібників, які б полегшили роботу вчителя в умовах профільної школи.

Метою статті є обґрунтування теоретико-методичних засад конструювання та впровадження контекстних задач із фізики та астрономії на основі актуальних матеріалів сучасної космічної місії NASA *Artemis II* як ефективного інструменту розвитку STEM-освіти, подолання формалізму знань та формування природничо-наукової грамотності здобувачів базової та профільної середньої освіти.

Виклад основного матеріалу. Пропонуємо до розгляду один з можливих підходів до розв'язання проблеми компетентнісного підходу в умовах завершального переходу до профільної освіти за концепцією НУШ та потреби комплексних знань в учнів з природничих дисциплін/предметів (наук), як основ STEM-освіти. В основу розгляду покладений факт - історична подія, яка сталася 01 квітня 2026 року. Це дата старту найважливішої космічної місії десятиліття – *Artemis II* (Артеміда -2), найпотужнішої ракети NASA – SLS (Space Launch System) та корабля *Orion*, пілотованого чотирма професіоналами - астронавтами: командиром корабля Рідом Різманом, пілотом Віктором Гловером, спеціалістами місії – Крістіною Кук та Джеремі Гансенем. Це перший політ людей до Місяця за останні 53 роки (з часів «Аполлона-17» у 1972 році).

Ми розглянули місію «Артеміда-2» (*Artemis II*) - це не лише як історичний крок у дослідженні космосу, а й надзвичайно багатий ресурс для викладання фізики, оскільки вона охоплює майже всі ключові розділи шкільної та університетської програми. Для майбутніх учителів фізики важливо розглядати не лише історичний контекст, а й фізичні принципи, що лежать в основі польоту. Зі старшокласниками варто зосередитися на поєднанні фундаментальної фізики, інженерних викликів та стратегічного значення для людства. Це чудова нагода продемонструвати практичну цінність фізики через призму найсучасніших космічних технологій, акцентуючи увагу не лише на формулах, а й на формуванні наукового світогляду та міжпредметних зв'язків. З позицій STEM-освіти – демонстрація того як один інфопривід об'єднує фізику, математику, астрономію, інженерію, біологію та географію.

В теоретичному блоці вкажемо фізичні складники та окреслимо окремі ключові аспекти, які стануть основою для задач: реактивний рух та закони збереження – робота надпотужної ракети SLS; гравітаційні маневри – розрахунок траєкторії вільного повернення (*Free Return Trajectory*); радіаційний захист – фізика іонізуючого випромінювання, що актуально для проходження поясів Ван Аллена; оптика та зв'язок – лазерний зв'язок з Місяцем, швидкість світла та згасання сигналу. Наведемо приклад контекстних задач для учнів, розділених за рівнем складності або за темами.

Завдання 1. Динаміка та імпульс (9 - 10 клас).

«Другий ступінь ракети SLS виводить Orion на високу еліптичну орбіту. Обчисліть зміну імпульсу корабля, якщо відома швидкість витікання газів та маса палива. Як це узгоджується з третім законом Ньютона?»

Завдання 2. Гравітація та енергія (10-11 клас)

«Корабель Artemis II не виходить на орбіту Місяця, а огинає його. Розрахуйте першу та другу космічні швидкості для Місяця та порівняйте їх з параметрами польоту Orion. Чому вигідно використовувати гравітацію Місяця для повернення на Землю?»

Завдання 3. Світлові явища та STEM – інженерія.

«Для передачі відео високої якості з-під Місяця використовується інфрачервоний лазер. Розрахуйте час затримки сигналу, якщо відстань до Місяця становить 384 400 км. Обговоріть, чому лазерний зв'язок ефективніший за радіохвилі».

Представлення задач можна супроводжувати реальними фото складників ракети SLS та інфографіку траєкторії польоту від NASA.

Якщо розглядати технічний контекст – ракета-носій та космічний корабель, то перш ніж вести мову про формули, варто зосередитись/показати масштаби. Така структура - від «заліза» та практичних завдань до фундаментальних законів природи - є найбільш педагогічно ефективною. Це надає можливість спочатку захопити увагу студентів масштабами та амбіціями місії, а вже потім розкрити «магію» фізики, що стоїть за цим. Так висота SLS близько 98 метрів, стартова маса 26000 тон, тяга при старті 39,1 МН. Центральний ступінь (*Core Stage*) висотою 64,6 м працює на рідкому водні та рідкому

кисні. Твердопаливні пришвидшувачі (SRB), кожен висотою близько 54 м забезпечують 75% тяги у перші 2 (дві) хвилини польоту.

Під час обговорення місії варто зробити акцент на цінностях, а саме підкреслити, що Україна є підписантом «Угод Артеміди», робить саму тему патріотично актуальною для наших учнів. Приєднання України до «Угод Артеміди» (Artemis Accords) – це не просто символічний жест, а стратегічний крок, який інтегрує нашу державу у світову еліту космічних держав. Це ідеальний приклад поєднання високої науки, міжнародного права та реального сектора економіки. Від імені України документ підписало Державне космічне агентство України (ДКАУ). З 12 листопада 2020 року Україна стала дев'ятою країною-підписантом. Для учнів Альфа-генерації важливо розуміти для чого це потрібно, що це дає, так як важливою характеристикою цього покоління є прагматизм. З позицій науки – це можливість роботи з первинними даними, отриманими під час місії Artemis, відкрито ділитися науковими відкриттями, пропонувати власні прилади для розміщення на борту апаратів, що летять до Місяця, українські космічні підприємства отримують легітимне право ставати підрядниками для програм NASA, наші інженери отримують доступ до єдиних світових стандартів космічної техніки тощо. Для студентів та молодих науковців – це реальний шанс працювати над проектами, що мають стосунок до колонізації Місяця, шанс розвитку STEM-талантів через конкурси, олімпіади, дослідження МАН. Для сьогоденних учнів 5-6 класів НУШ перспектива через 10-12 років працювати не просто над теоретичними задачами, а й над українськими компонентами місячної бази. Вчитель отримує залізобетонний аргумент: «Ми вчимо фізику, закони Ньютона не для іспиту, а для того, щоби ви розраховували орбіту українського супутника на навколomisячній станції Gateway». Такий підхід зміщує акцент з «науки в книжках» на «науку як кар'єрний ліфт» для громадянина України.

Задача 1. Маневр переходу Orion на траєкторію до Місяця.

Контекст. 2 квітня 2026 року о 23:49 UTC космічний корабель Orion виконав критично важливий маневр (Trans-Lunar Injection). Включення двигунів європейського сервісного модуля дозволило кораблю покинути орбіту Землі та спрямуватись до Місяця по траєкторії вільного повернення.

Умова задачі: Під час маневру двигуни корабля Orion працювали протягом $t = 5$ хвилин 50 секунд. За цей час було витрачено $m_p = 454$ кг палива, а кінцева маса корабля (після вимкнення двигунів) становила $M = 25,8$ тонни.

1. Обчисліть середню швидкість споживання палива (секундну витрату маси) двигуном сервісного модуля.

2. Використовуючи закон збереження імпульсу, оцініть приріст швидкості (Δv), який отримав корабель, якщо вважати, що швидкість витоку газів із сопла двигуна u становить приблизно 3000 м/с (типове значення для рідинних ракетних двигунів).

3. Додаткове запитання (STEM-рівень): Визначте силу тяги (F) двигуна під час цього маневру.

Методичні поради для вчителя (розв'язання):

1. Знайдемо щосекундну витрату маси. Запишемо/виразимо час в одиницях СІ.

$$t = 5 \times 60 + 50 = 350 \text{ с.}$$

$$\mu = \frac{m_p}{t} = \frac{454 \text{ кг}}{350 \text{ с}} \approx 1,3 \text{ кг/с}$$

2. Обчислюємо приріст швидкості Δv . За законом збереження імпульсу для спрощеної форми/для невеликої зміни маси

$$\Delta v \approx u \ln \left(\frac{M_{\text{початкова}}}{M_{\text{кінцева}}} \right)$$

Або через зміну імпульсу: $M \Delta v \approx m_p u$

$$\Delta v = \frac{454 \text{ кг} \cdot 3000 \text{ м/с}}{25800 \text{ кг} + 227 \text{ кг}} \approx 52 - 53 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}} \right)$$

Така зміна швидкості створить потрібний імпульс для філігранної корекції курсу корабля при виході на траєкторію вільного повернення.

3. Обчислюємо силу тяги. За другим законом Ньютона у реактивному русі: $F = \mu u = 1,3 \text{ кг/м} \cdot 3000 \text{ м/с} = 3900 \text{ Н} = 3,9 \text{ кН}$

Задачі такого типу доречні, бо використовують цифри, які збігаються з офіційними звітами NASA. По-друге, задача має три рівні складності – від простого обчислення швидкості витрати палива до застосування формули Цюлковського (для профільного рівня).

Отримані розрахунки є джерелом подальшого обговорення/бесіди під час деталізації ключових

етапів польоту, розглядаючи фізичні процеси, які стоять за кожним із них. *I етап*. Вихід на паркувальну орбіту (Parking orbit). Це початковий етап, коли космічний корабель після відкидання/відділення ступенів ракети носія SLS виходить на колову/близьку до колової орбіту навколо Землі. Швидкість руху корабля близька до першої космічної 7,8 км/с. Фізика пояснює такий рух динамічною рівновагою між відцентровою силою і гравітаційним притяганням. Це чудовий приклад для пояснення інерції: чому на орбіті корабель не падає, хоча гравітація діє на нього майже так само сильно, як і на поверхні Землі. *II етап*. Трансмісячна ін'єкція (Trans-lunar injection) - це критичний момент, коли корабель «залишає» Землю. Двигун сервісного модуля включається на певний час, щоб збільшити швидкість до рівня, що наближається до другої космічної швидкості (~10,8–11 км/с). Відбувається зміна орбіти з замкненої (близька до колової/еліпс навколо Землі) на розімкнену - гіперболічну траєкторію у напрямку Місяця. Розв'язується надважлива навігаційна задача - розрахунок точки включення двигуна. Помилка у швидкості навіть на 1 м/с на цьому етапі може призвести до промаху повз Місяць на сотні кілометрів. *III етап*. Траєкторія вільного повернення (Free-return trajectory). Це «фігура вісімки (рис.1).



Рис.1. Траєкторія вільного повернення Оріона

Космічний корабель огинає Місяць, не виходячи на орбіту навколо нього, і гравітація Місяця розвертає його в напрямку до Землі. При цьому навігаційна задача зводиться лише у корекції траєкторії. Хоча траєкторія «вільна», зовнішні збурення, як ото тиск сонячного вітру, гравітація інших тіл, вимагають додаткових мікроімпульсів для утримання курсу. Це ідеальна тема для обговорення закону збереження енергії. Енергія витрачається лише для корекції, решту роботи виконує гравітація. *IV етап*. Вхід в атмосферу (Re-entry) – найвідповідальніший і найскладніший. На зворотному шляху корабель має погасити величезну швидкість (близько 11 км/с), яку він отримав при падінні в гравітаційну яму Землі. Суть погашення швидкості у перетворенні кінетичної енергії на теплову через тертя та стиснення газів в ударній хвилі перед тепловим щитом. Основна енергія при аеродинамічному гальмуванні поглинається не тертям об повітря (як прийнято вважати), а енергією стиснення повітря перед кораблем, яка перетворюється на плазму. Вражаючими уяву учня є результати розрахунку з оцінки розміру енергії. Кінетична енергія Оріон при вході в атмосферу ($m \approx 10000$ кг, $v \approx 11000$ м/с):

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \approx \frac{10^4 \cdot (1,1 \cdot 10^4)^2}{2} \approx 6 \cdot 10^{11} \text{ Дж}$$

Це приблизно 600 Гігаджоулів. Вся ця енергія має розсіятися в атмосфері за кілька хвилин. Якщо гальмування триває близько 600 с, то середня потужність тепловиділення становить 1 Гігаватт. Таку потужність має один блок атомної електростанції.

Ще однією особливістю характерний цей етап. Він вимагає великої точності розрахунків для навігаційної задачі - «вузький коридор входу». Якщо кут занадто крутий – корабель згорить від перегріву; занадто пологий – корабель «відскочить» від атмосфери назад у космос.

Щоби здобувачі освіти, які проявляють цікавість до розуміння польоту, не загубилися в термінах пропонуємо вчителю використати таку енергетичну карту (можливо щось про Альфа) польоту:

1. Етап «накопичення» (старт): надаємо системі енергію.
2. Етап «інвестицій»: витрачаємо енергію, щоби «вибратися» з гравітаційної ями Землі.
3. Етап «використання гравітації»: використовуємо властивості природи-гравітації Місяця безкоштовно керувати рухом космічного корабля.
4. Етап «утилізації»: позбуваємось залишкової енергії при вході в атмосферу Землі, щоби безпечно приземлитися/приводнитися.

Такий підхід через призму енергетичного балансу є найбільш зрозумілим для різних профілів

навчання сучасних учнів. Описаний детальний розгляд фізичних процесів польоту космічного корабля пропонуємо завершити задачею, яка передбачає розширення обсягу поняття атмосфера, що формувалось під час вивчення предметів/дисциплін природничого циклу, з постановки проблеми сприйняття інформації із, наприклад, двох джерел. Так ЗМІ повідомляють, що на висоті 122 км розпочався вхід капсули Оріон у щільні шари атмосфери. У підручниках вказується висота атмосфери 10-12 км, там де літають літаки. Спробуємо розібратися у цій «багатоповерхівці». Висота 10-12 км - це середня висота тропосфери, найнижчий і найбільш щільний шар, де зосереджено близько 80% всієї маси повітря і майже вся водяна пара. Саме тут формується погода, і саме тут літає більшість пасажирських лайнерів, оскільки повітря ще достатньо щільне, щоб створювати підймальну силу, але вже достатньо розріджене, щоб зменшити опір. Атмосфера не закінчується різко. Вона стає все більш розрідженою з висотою, переходячи у вакуум поступово. За міжнародними стандартами, космос починається на висоті 100 км. Межа космосу - так звана лінія Кармана. Вище тропосфери розташовані стратосфера, мезосфера та термосфера. На висоті 122 км повітря настільки розріджене, що людина там не змогла б дихати, але для космічного корабля, який летить зі швидкістю понад 28 000 км/год, навіть ці поодинокі молекули газу стають серйозною перешкодою. Опір стає достатнім і корабель починає відчутно втрачати швидкість. Молекули повітря вдаряються об тепловий екран, перетворюючи кінетичну енергію на теплову, через що виникає плазма (світіння). Тобто обидві цифри правильні, просто вони описують різні фізичні межі залежно від завдання: для польоту літака чи для повернення з космосу. Для глибшого усвідомлення пропонуємо учням розрахувати зміну тиску з висотою, як наочний приклад «бачення» цієї різниці. Як методичний хід ми використовуємо аналогію з радіоактивним розпадом. Це дозволяє учням зрозуміти «крокову» природу спадання тиску без використання вищої математики.

У радіоактивному розпаді кількість ядер зменшується вдвічі за певний час. В атмосфері тиск зменшується вдвічі за кожні 5,5-5,6 км підйому. Пропонуємо учням формулу, ідентичну до закону радіоактивного розпаду:

$$P = P_0 \cdot 2^{-\frac{h}{H_{1/2}}}$$

де: P_0 - тиск на рівні моря (приблизно 101 кПа), h - висота, на яку ми піднялися, $H_{1/2} \approx 5,5$ км – «висота напівзменшення» тиску.

Приклад розрахунку для учнів: на висоті 5,5 км тиск становить 1/2 від атмосферного (50 кПа), на висоті 11 км (ешелон польоту літаків) - 1/4 від атмосферного (25 кПа), на висоті 22 км - 1/16 від атмосферного.

Для задач у межах тропосфери (наприклад, підйом на гору або хмарочос), де зміна густини повітря незначна, у школі часто використовують лінійну залежність: при невеликих підйомах тиск зменшується на 1 мм рт. ст. на кожні 11 метрів (або на 13,3 Па/м). Однак для місії «Артеміда» цей метод не спрацює, так як процеси відбуваються на великих висотах.

Наведена аналогія є корисною, бо вона формує в учнів розуміння нелінійності світу. Це допомагає пояснити, чому на висоті 122 км (вхід «Артеміди») повітря хоча і «майже немає», але його опір на космічних швидкостях стає колосальним - так само як і активність ізотопу залишається значущою навіть після кількох періодів напіврозпаду. Наведемо варіант задачі з використанням аналогії радіоактивного розпаду.

Контекстна задача: «Гальма з порожнечі». Умова: Під час повернення на Землю космічний корабель Orion (місія Artemis I) почав взаємодіяти з атмосферою на висоті $h_2=122$ км. Відомо, що на кожні 5,5 км підйому атмосферний тиск зменшується вдвічі.

1. Порівняйте тиск на цій висоті з тиском на крейсерській висоті польоту пасажирського лайнера ($h_1=11$ км).

2. Обчисліть, у скільки разів тиск на висоті входу в атмосферу менший за нормальний атмосферний тиск P_0 на рівні моря.

$$P = P_0 \cdot 2^{-\frac{h}{H_{1/2}}}$$

Математична модель (схема «радіоактивного розпаду»):

де $H=5,5$ км — висота напівзменшення тиску.

Розв'язання для обговорення з учнями:

1. Розрахунок для літака ($h_1=11$ км): Кількість кроків зменшення: $n_1 = \frac{11}{5,5} = 2$. Тиск:

$P_1 = P_0 \cdot 2^{-2} = \frac{P_0}{4}$ (або 25% від норми). Це зрозуміло учням: повітря вже розріджене, потрібні герметичні кабіни.

2. Розрахунок для Orion ($h_2 = 122$ км): Кількість кроків зменшення: $n_2 = \frac{122}{5,5} \approx 22,18$. Округлимо до 22 для спрощення. Тиск: $P_2 = P_0 \cdot 2^{-22}$.

$$2^{10} \approx 1000(10^3)$$

$$2^{20} \approx 1000000(10^6)$$

$$2^{22} = 2^{20} \cdot 2^2 \approx 4 \cdot 10^6$$

Отже, тиск на висоті 122 км становить приблизно 0,000025% від атмосферного.

3. Порівняння: Тиск на висоті входу в атмосферу в 2^{20} разів (більш ніж у мільйон разів!) менший, ніж там, де літають літаки.

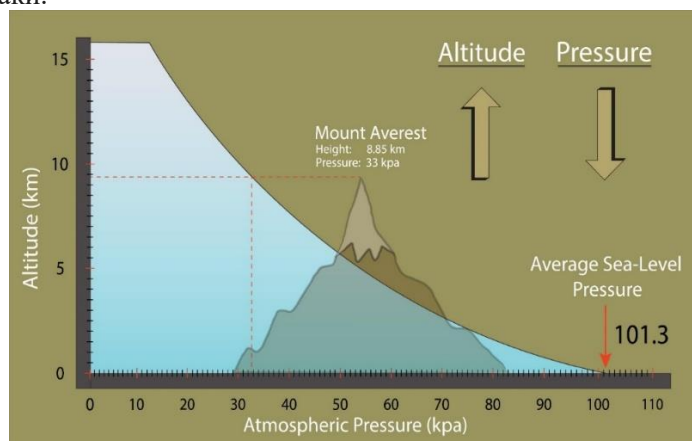


Рис.2. Інфографіка зміни тиску від висоти атмосфери

Для візуалізації попередніх розрахунків згенерована наведена інфографіка.

Така задача ідеально тренує навички роботи зі степенями та розуміння функціональних залежностей, що часто зустрічається в тестах НТМ і підвищує рівень математичної грамотності, що в поєднанні з географією, астрономією та фізикою, астрономією є складниками STEM-освіти.

На рис.3 представлена комплексна інфографіка, яка об'єднує всі аспекти, які ми обговорювали. Вона адаптована для учнів і використовує зрозумілі фізичні терміни українською мовою. Для роботи з цим зображенням на уроці краще демонструвати його на великому екрані. В центрі зображено графічну залежність швидкості (абсциса) залежно від висоти (ордината). Червона пунктирна лінія – шлях місії Артеміда.

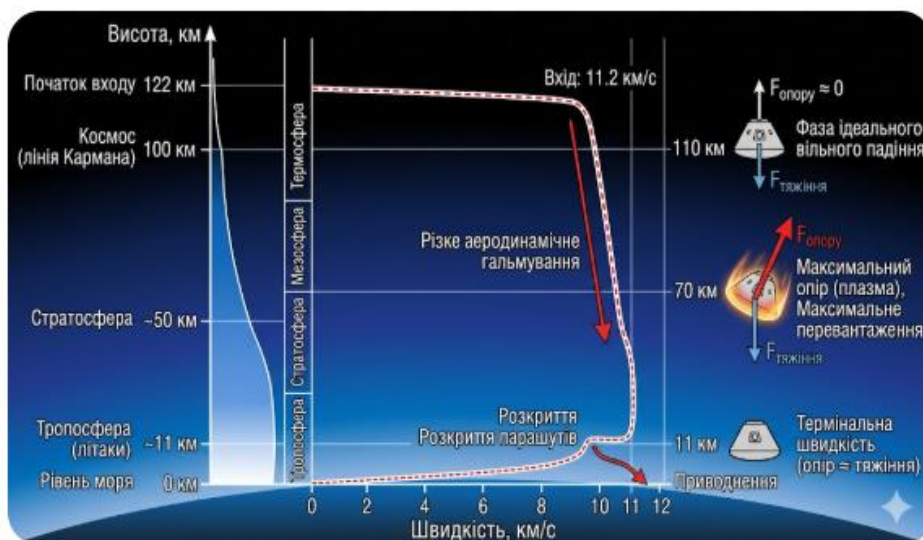


Рис.3. Інфографіка руху космічного корабля Orion (місія Artemis I)

Праворуч зображено розташування капсули Оріон з векторами сил на трьох ключових етапах, що, доречі, ідеально підходить для теми - рух тіла вздовж вертикалі. Вгорі (110 км) - майже чисте вільне падіння. Сила тяжіння ($F_{\text{тяжіння}}$) діє, але сила опору ($F_{\text{опору}}$) близька до нуля. Прискорення $a \approx g$. На висоті 70 км - найважливіший момент! Через колосальну швидкість (>11 м/с) сила опору ($F_{\text{опору}}$) стає набагато більшою за силу тяжіння. Це викликає різке аеродинамічне гальмування. Учні бачать, що графік швидкості стрімко зміщується вліво. Це ілюстрація того, чому на висоті 122 км розпочався вхід у «щільні» шари.

На висоті 11 км - рівень, де літають літаки, капсула досягла термінальної швидкості ($F_{\text{опору}} \approx F_{\text{тяжіння}}$). Швидкість більше не зростає, а далі розкриваються парашути (це видно на графіку як невеликий «зубець» біля Землі).

Ця схема перетворює складний динамічний процес на зрозумілу візуальну модель, поєднуючи кінематику (графік швидкості) та динаміку (вектори сил) в одній картині.

Висновок. Упровадження контекстних задач на основі космічної місії «Artemis II» до освітнього процесу з фізики та астрономії є ефективним інструментом реалізації STEM-технологій, що дозволяє подолати формалізм знань і сформувані ключові компетентності здобувачів освіти через дослідження реальних інноваційних кейсів. Створення такої методичної системи контекстних задач забезпечує вчителя якісним дидактичним контентом, який не лише підвищує пізнавальний інтерес покоління «Альфа», а й виконує важливу роль у профорієнтації та інтеграції майбутніх фахівців у високі наукомісткі технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головка М., Стрельчук А. Контекстні задачі як засіб формування природничо-наукової грамотності здобувачів базової освіти та їх реалізація в сучасному підручнику фізики. *Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення освітнього процесу в умовах воєнного часу та повоєнного відновлення* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. (25–26 жовт. 2023 р.). Київ : Педагогічна думка, 2023. С. 168-169. URL: https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738477/1/Holovko_Strelchuk_PSP_tezy_2023.pdf (дата звернення: 08.03.2026).
2. Науменко С., Головка М. Сучасний підручник як інструмент реалізації контекстного підходу в шкільній природничій освіті. *Проблеми сучасного підручника: навчально-методичне забезпечення освітнього процесу в умовах воєнного часу та повоєнного відновлення* : зб. тез доп. міжнар. наук.-практ. конф. (25–26 жовт. 2023 р.). Київ : Педагогічна думка, 2025. С. 228-248. DOI: <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2025-34-228-248>
3. Лашевська Г., Хоменко, Н. PISA: природничо-наукова грамотність. УЦОЯО. URL: https://kristti.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/Science_PISA_UKR.pdf. (дата звернення: 12.03.2026).
4. Matto M., Belamaric O. From Apollo to Artemis. *Adelphi University Symposium : collection of papers* (Garden City, NY, May 2023). Garden City : Adelphi University, 2023. URL: <https://symposium.adelphi.edu/wp-content/uploads/2023/05/From-Apollo-to-Artemis-Owen-Belamaric.pdf> (дата звернення: 12.03.2026).
5. Pattarini J., Somers J., Charvat J. Artemis Sustained Translational Acceleration Limits: Human Tolerance Evidence from Apollo to International Space Station. *NASA Johnson Space Center*. Houston, Texas, 2020. 15 p. (NASA Technical Memorandum, no. TM-20205008196). URL: <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/tm-20205008196.pdf> (дата звернення: 10.03.2026).

REFERENCES

1. Holovko, M., Strelchuk, A. (2023). Kontekstni zadachi yak zasib formuvannia pryrodnycho-naukovoї hramotnosti zdobuvachiv bazovoї osvity ta yikh realizatsiia v suchasnomu pidruchnyku fizyky: Book of Abstracts of the International Scientific and Practical Conference (pp. 168–169). Pedahohichna Dumka. https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/738477/1/Holovko_Strelchuk_PSP_tezy_2023.pdf
2. Naumenko, S., Holovko, M. (2025). Suchasnyi pidruchnyk yak instrument realizatsii kontekstnoho pidkhdou v shkilnii pryrodnychii osviti: Book of Abstracts of the International Scientific and Practical Conference (pp. 228–248). Pedahohichna Dumka. <https://doi.org/10.32405/2411-1309-2025-34-228-248>
3. Lashevskaya, H., Khomenko, N. (2018). *PISA: pryrodnycho-naukova hramotnist* [PISA: Science literacy]. Ukrainian Center for Educational Quality Assessment (UCEQA). https://kristti.com.ua/wp-content/uploads/2018/04/Science_PISA_UKR.pdf
4. Matto, M., Belamaric, O. (2023). From Apollo to Artemis. In *Adelphi University Symposium: Collection of papers* (pp. 15–22). Adelphi University. <https://symposium.adelphi.edu/wp-content/uploads/2023/05/From-Apollo-to-Artemis-Owen-Belamaric.pdf>
5. Pattarini, J., Somers, J., Charvat, J. (2020). *Artemis sustained translational acceleration limits: Human tolerance evidence from Apollo to International Space Station* (NASA Technical Memorandum No. TM-20205008196). NASA Johnson Space Center. <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/03/tm-20205008196.pdf>

Статтю надіслано до редколегії 15.03.2026 р.

Статтю рекомендовано до друку 02.04.2026 р.