

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт з дисципліни
«Інтегровані комп'ютерні системи»
для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія
за освітньою програмою «Спеціалізовані комп'ютерні системи»
усіх форм навчання.
Частина IV

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Інтегровані комп'ютерні системи» для студентів спеціальності 123 Комп'ютерна інженерія за освітньою програмою «Спеціалізовані комп'ютерні системи» усіх форм навчання. Частина IV / Укл.: М.Ю. Тягунова, С.С. Грушко, К.М. Касьян, М.М. Касьян - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 49 с.

Укладачі: М.Ю. Тягунова, доцент, к.т.н.
С.С. Грушко, доцент, к.т.н.
К.М. Касьян, доцент, к.т.н.
М.М. Касьян, доцент, к.т.н.

Рецензент: С.Ю. Скрупський, доцент, к.т.н.

Відповідальний
за випуск: К.М. Касьян, доцент, к.т.н.

Затверджено
на засіданні кафедри КСМ
Протокол № 10
від "21" травня 2024 р.

Рекомендовано до видання
на засіданні НМК факультету КНТ
Протокол № 13
від "13" червня 2024 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1 Лабораторна робота №9.....	5
Створення об'єктів за допомогою модифікаторів, способи згладжування Mesh-об'єктів	5
1.1 Модифікатор Boolean.....	5
1.2 Модифікатор Mirror.....	9
1.3 Згладжування – Smooth.....	13
1.4 Практичне завдання.....	16
1.5 Зміст звіту.....	20
2 Лабораторна робота №10.....	21
Робота з матеріалами та текстурами в 3D- редакторі Blender....	21
2.1 Матеріали.....	21
2.2 Текстури.....	26
2.3 Практичне завдання.....	30
2.4 Зміст звіту.....	32
3 Лабораторна робота №11	33
Створення анімації та моделювання фізичних процесів в 3D- редакторі Blender	33
3.1 Основи анімації в Blender	33
3.2 моделювання фізики в Blender	39
3.3 Практичне завдання.....	47
3.4 Зміст звіту.....	48
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ	49

ВСТУП

Моделювання – це багатогранна наука, оскільки моделювання буває різним.

Узагальнено кажучи, в процесі моделювання створюються об'єкти-моделі, мета яких замінити об'єкт-оригінал при вивченні. При цьому модель повинна мати значущі для даного дослідження властивості оригіналу, а незначні для даного досвіду можна опустити.

Нині широко застосовується комп'ютерне моделювання, коли опис об'єкта чи явища зберігається у пам'яті комп'ютера, при цьому використовуються спеціальні програми. У свою чергу комп'ютерне моделювання також буває різним. Наприклад, математичним, коли якийсь явище або процес описується за допомогою математичних формул, обчислення за якими виконує комп'ютер.

При графічному моделюванні вирішується завдання візуалізації явища чи процесу. Це буває необхідно, коли є потреба у наочному поданні явища через його складність. Важливу роль відіграє 3D-моделювання, тобто розробка моделі об'єкта в тривимірному просторі.

Окремо слід виділити моделювання в реальному часі, при якому створювана система реагує на вплив ззовні, тобто - взаємодіє з об'єктами реального світу. Прикладом системи реального часу може бути гра. Однак сфера застосування моделювання в реальному часі набагато ширша і має важливе практичне та наукове значення.

Ми звикли до уявлення простору як трьох взаємно перпендикулярних осей вимірів: X , Y та Z . Це відповідає сприйняттю людиною довжини, ширини та висоти об'єктів. Крім цього, об'єкти можуть змінювати свої властивості, у тому числі положення в тривимірному просторі. Зміна властивостей відбувається вздовж четвертого виміру - часу. Таким чином, ми отримуємо чотиривимірний простір.

Щоб відтворити чотиривимірний простір, до 3D-моделювання потрібно додати анімацію.

Blender – це середовище розробки тривимірної графіки та анімації, що вільно розповсюджується та має відкритий програмний код. Blender має тривалу історію розвитку, професійну команду розробників та велику популярність.

Офіційний сайт проєкту Blender – <https://www.blender.org/>

1 Лабораторна робота №9

Створення об'єктів за допомогою модифікаторів, способи згладжування Mesh-об'єктів

Метою роботи є навчитися створювати 3D-об'єкти за допомогою булевих операцій (модифікатор Boolean) та шляхом відображення (модифікатор Mirror), правильно обирати та застосовувати інструменти згладжування об'єктів.

1.1 Модифікатор Boolean

В Blender модифікатори за допомогою закладеного в них алгоритму змінюють об'єкт без необхідності його виправлення в режимі редагування. Результат застосування модифікаторів зазвичай складніше, ніж трансформаторів, які розглядалися в попередніх роботах. При цьому якщо модифікатор не застосований остаточно, а тільки доданий до об'єкта, то об'єкт при правці залишається тим самим. Нам лише відображається результат застосування модифікатора, але сам об'єкт не змінюється.

Зазначимо, що до об'єкта можна застосовувати кілька модифікаторів.

В Blender доступ до модифікаторів здійснюється через редактор властивостей (Properties). Навігаційна панель Properties складається із вкладок у вигляді іконок. Модифікатори знаходяться там, де зображено гайковий ключ (рис. 1.1).

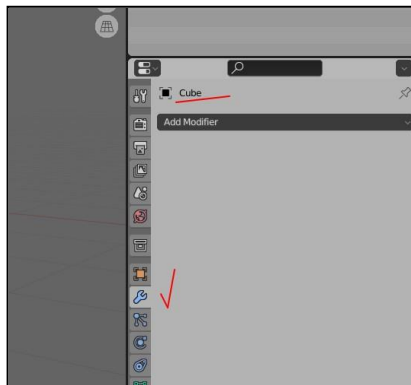


Рисунок 1.1 – Вкладка модифікаторів на навігаційній панелі Properties

При переході в заголовку буде назва виділеного об'єкта (рис.1.1). Саме до нього застосовуватиметься модифікатор. Нижче знаходиться список Add Modifier, що розкривається (рис.1.2). У Blender модифікаторів багато, у кожного з них свої особливості та налаштування. Спочатку розглянемо Boolean.

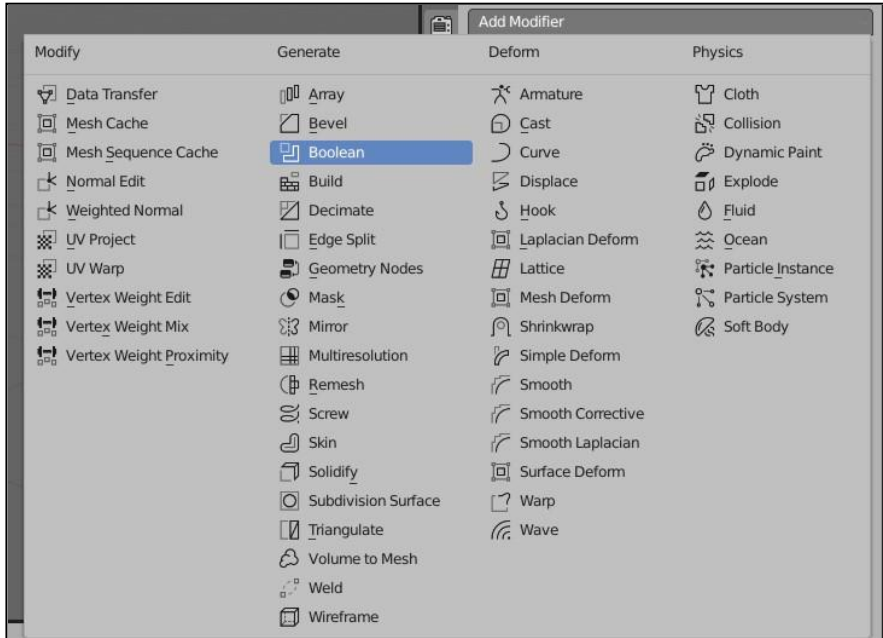


Рисунок 1.2 – Список модифікаторів

Булеві чи логічні операції (boolean operations) є предметом математичної логіки. Однак вони знайшли широке застосування у комп'ютерній графіці і не лише у Blender. Використовуються три операції Boolean (рис.1.3):

- перетин – Intersect;
- об'єднання – Union;
- різниця – Difference.

Результатом перетину двох mesh-об'єктів є область їхнього перекриття. При об'єднанні відбувається з'єднання об'єктів на один. У разі віднімання один об'єкт вирізає з іншого ту область, яку перекрив.

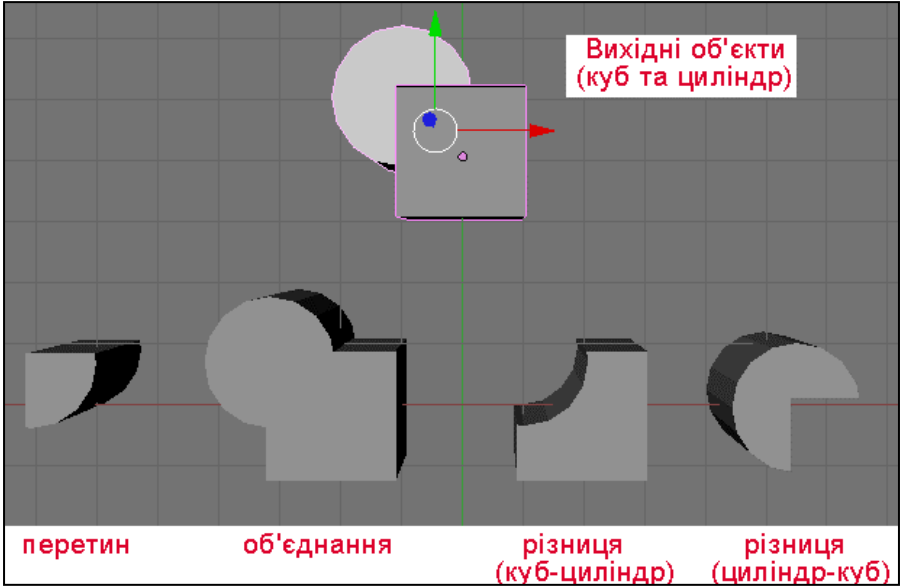


Рисунок 1.3 – Булеві операції на прикладі кубу та циліндру

Об'єднання в результаті застосування модифікатора Boolean та в результаті Ctrl + J (або додавання одного меша в режимі редагування іншого) не одне й те саме. Якщо об'єкти перекривалися, то у разі простого об'єднання грані в області перетину зберігаються. У разі булевого об'єднання – ні (рис.1.4).

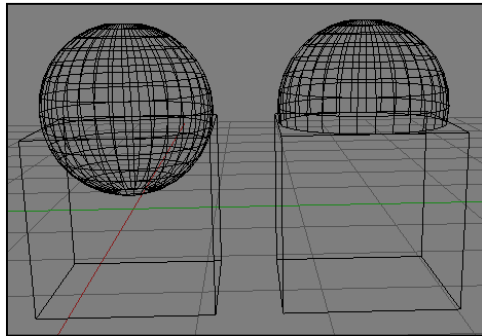


Рисунок 1.4 – Порівняння результату при додавання одного меша в режимі редагування іншого (Ctrl + J) та застосування модифікатора Boolean

Меші зліва об'єднані за допомогою Ctrl+J, а праворуч використовувався модифікатор Boolean. Увімкнено режим відображення каркаса (Z → Wireframe, або через групу кнопок типів затінення, що знаходяться праворуч у заголовку 3D Viewport).

Хоча в булевій операції беруть участь два об'єкти, один із них – головний – той, до якого застосовується модифікатор і який буде змінено. Другий об'єкт відіграє роль своєрідного інструмента модифікації, він не змінюється і після завершення операції залишається тим самим. Якщо в ньому немає потреби, його видаляють.

Тому перед вибором модифікатора необхідно виділити головний mesh-об'єкт. Після додавання Boolean у головному регіоні редактора Properties з'явиться панель з налаштуваннями (рис.1.5).

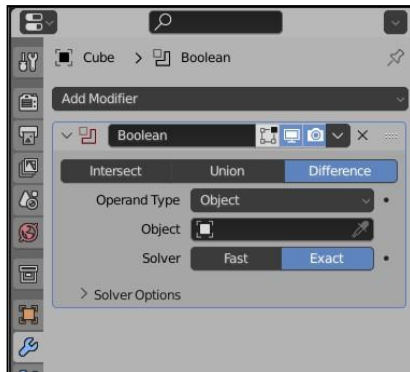


Рисунок 1.5 – Панель з налаштуваннями модифікатора Boolean

За допомогою перемикачів Intersect, Union, Difference вибирається операція. У полі Object вставляється ім'я другого об'єкта. Зробити це можна або натиснувши на кубик, або на піпетку, після чого вказати потрібний об'єкт.

Далі, якщо об'єкти не були встановлені так, як треба, можна рухати будь-який із двох для отримання бажаного результату.

Наприкінці у списку, що випадає, у рядку з назвою модифікатора (рис.1.6) слід вибрати Apply (застосувати) і відсунути або видалити другий об'єкт. У випадку цього модифікатора Boolean без застосування не обійтися. Інакше, пересуваючи або видаляючи другий об'єкт, ви позбавлятиметеся необхідного ефекту.

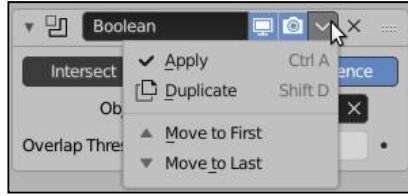


Рисунок 1.6 – Випадаючий список з командою застосувати модифікатор (Apply)

1.2 Модифікатор Mirror

Більшості об'єктів реального світу властива симетрія. Вони можуть мати як осі, так і площини симетрії. У людини є лише одна площина, тому що тільки її ліву та праву половини можна вважати симетричними. Через куб можна провести кілька осей та площин симетрії, а через кулю – безліч.

Симетричні половини не зовсім ідентичні. Вони є дзеркальними відображеннями один одного. Те, що у однієї розташоване зліва, в іншої – справа. Однак це не заважає створювати лише унікальну частину об'єкта, навіть якщо простим дублюванням її не можна буде добудувати до цілого. На допомогу приходять інструменти дзеркального відображення, які передбачені в програмах 3D-моделювання, у тому числі Blender.

В Blender є простий інструмент Mirror (рис.1.7), який віддзеркалює, тобто перевертає, а не добудовує виділений об'єкт по зазначеній осі.

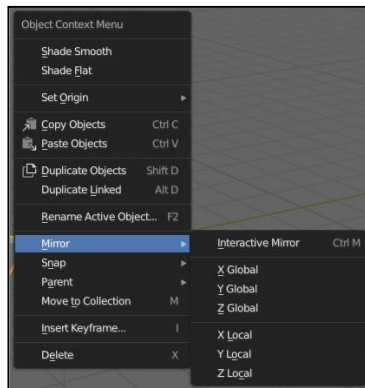


Рисунок 1.7 – Виклик інструменту Mirror

Також в Blender є модифікатор Mirror (рис.1.8), що виконує добудову. При його використанні слід враховувати ряд особливостей.

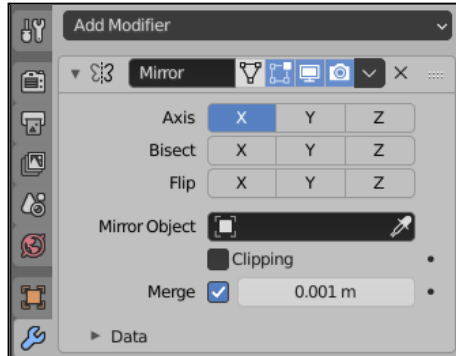


Рисунок 1.8 – Вкладка модифікатора Mirror

Ключовими параметрами є осі (Axis), вздовж яких відбувається відображення об'єкта. Тобто уявна площина симетрії перпендикулярна до обраної осі (рис.1.9).

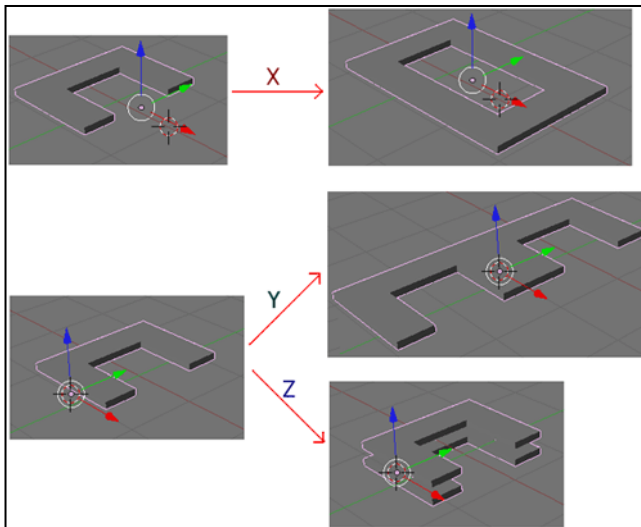


Рисунок 1.9 – Відображення об'єкту залежно від обраної осі симетрії

Зверніть увагу, де знаходиться центральна точка об'єкта. Відображення відбувається відносно неї. Якщо ви спробуєте віддзеркалювати куб у незмінному вигляді, то нічого не побачите, оскільки відображення будуть у тому самому місці. Це наслідок того, що центральна точка об'єкта знаходиться в центрі, а сам об'єкт симетричний щодо всіх трьох осей.

Звідси випливає, що перед застосуванням модифікатора Mirror зазвичай змінюють положення центральної точки. Для цього потрібно встановити 3D-курсор у бажане місце та в контекстному меню вибрати Set Origin → Origin to 3D Cursor.

Нерідко центральну точку встановлюють на позицію однієї з вершин об'єкта. Для цього треба виділити цю вершину в режимі редагування, натиснути Shift+S та вибрати Cursor to Selected. Після цього 3D-курсор буде встановлено на місце вершини. Далі в об'єктному режимі перемістити центральну точку курсору, як описано в попередньому абзаці.

При використанні модифікатора Mirror відображення відбувається вздовж локальних, а не глобальних осей. Якщо об'єкт не повертався (R), ці осі збігаються. Після повороту зазвичай це вже не так. Щоб побачити локальні осі об'єкта, треба зі списку орієнтацій, розташованого в заголовку 3D Viewport, вибрати Local (локально) та увімкнути інструмент переміщення.

Якщо змістити центральну точку і віддзеркалити, наприклад по осі Z, то відображення з'явиться не вгорі, як це було б, якби об'єкт не повертали, а вздовж локальної осі Z (рис.1.10).

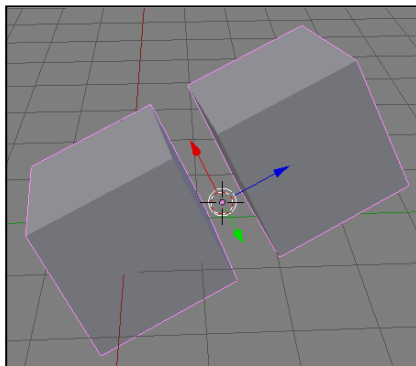


Рисунок 1.10 – Відображення об'єкта відносно центральної точки

При відображенні може використовуватися не власна центральна точка, а точка іншого об'єкта і, відповідно, чужі осі. В налаштуваннях модифікатора Mirror у полі Mirror Object можна вказати об'єкт, відносно якого слід виконувати відображення.

Цей факт може застосовуватися не тільки як самостійне явище, але також у випадку, якщо локальні осі об'єкта не збігаються з глобальними, а треба відобразити вздовж глобальної осі. Тоді можна використовувати об'єкт, який не було повернуто. У цьому випадку буває корисним об'єкт-пустушка (Shift+A → Empty → Arrows), який не має "фізичного" втілення і служить для допоміжних цілей.

На рисунку 1.11 показано, що локальні осі конуса не збігаються з осями пустушки. Однак відображення відбувається по осі Y останньої.

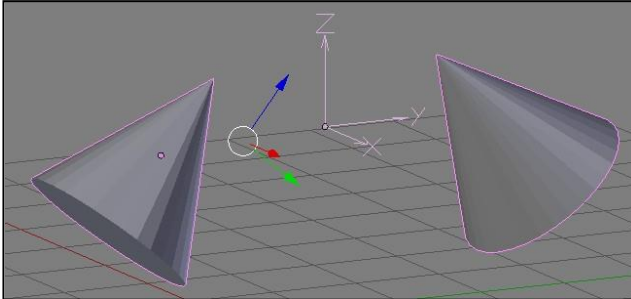


Рисунок 1.11 – Відображення об'єкту відносно об'єкта-пустушки

Модифікатор Mirror дозволяє увімкнути відображення відразу по кількох осях. Якщо буде включено по двох осях, об'єкт повториться чотири рази. Якщо по трьох, то вісім разів (рис.1.12).

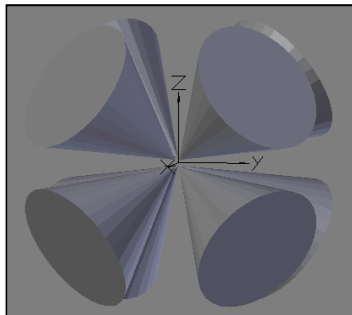


Рисунок 1.12 – Відображення об'єкту відразу по кількох осях

1.3 Згладжування – Smooth

Через свою каркасну будову Mesh-об'єкти виглядають ребристими навіть там, де очікуються округлені форми. Зрозуміло, що множинний підрозділ вирішує цю проблему. Однак породжує іншу – потрібно зберігати більше даних та витратити більше ресурсів комп'ютера на прорисовку.

В Blender є різні інструменти згладжування об'єктів. Розглянемо основні моменти.

Найпростіший варіант згладжування – через контекстне меню (рис.1.13). Пункт Shade Smooth (гладке затінення). Тут же знаходиться Shade Flat (плоске затінення), який повертає до попереднього стану.

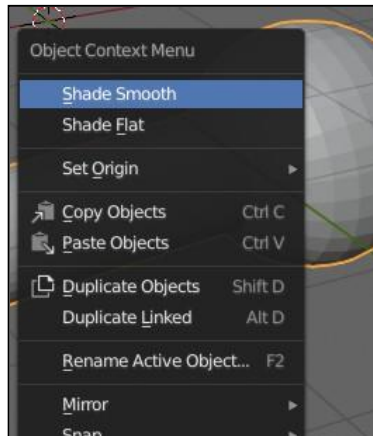


Рисунок 1.13 – Згладжування через контекстне меню

Структура об'єкта при цьому не змінюється, його грані, ребра та вершини ніяк не деформуються та не переміщуються. Об'єкт лише відображається згладженим внаслідок так званого затінення (Shading). На рисунку 1.14 показані згладжені таким чином сфера та куб.

В режимі редагування об'єкта є інший спосіб згладжування – Smooth Vertices (згладити вершини). При використанні цього інструменту об'єкт або його частина не стають згладженими, але вершини та грані змінюються так, щоб перехід між ними був більш похилим. Можна використати інший варіант – Smooth Laplacian. Ефект виходить акуратнішим.

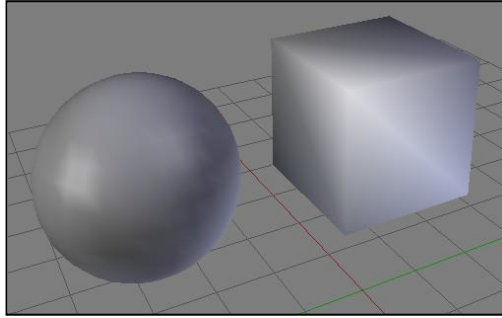


Рисунок 1.14 – Результат згладжування через контекстне меню

Якщо спробувати таким чином згладити сферу, ефекту ви можете не помітити тому, що її грані і так розташовані по поверхні кулі. За багаторазового повторення сфера просто почне зменшуватися. Особливості Smooth Vertices добре видно на підрозділеному не округленому об'єкті (рис.1.15).

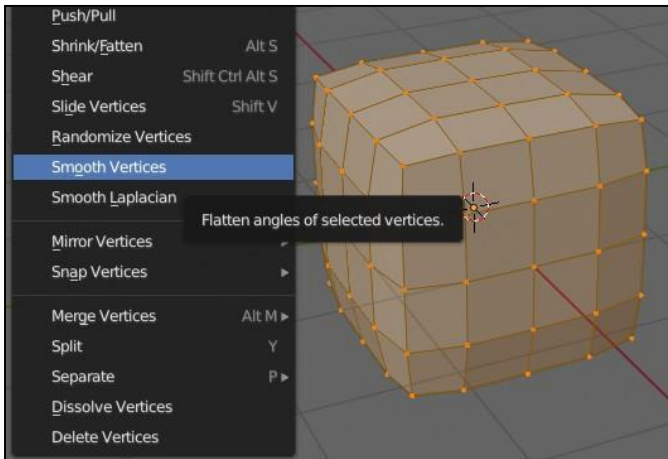


Рисунок 1.15 – Згладжування інструментом Smooth Vertices (згладити вершини)

В даному випадку всі вершини підрозділеного куба були виділені та був застосований Smooth Vertices. При використанні такого згладжування з'являється панель налаштування в регіоні

останньої операції. Тут можна встановити кількість повторів згладжування.

Якщо на сцену була додана, наприклад, сфера з однією кількістю сегментів і кілець, а після цього в режимі редагування вона була підрозділена, то нові вершини, що з'явилися, опиняться в площинах старих граней. Вони не будуть автоматично підняті, щоб надати об'єкту правильної округлої форми. В таких випадках інструмент Smooth Verteces дуже корисний і для кулястих об'єктів та їх частин.

Інша група інструментів згладжування відноситься до модифікаторів (рис.1.16).



Рисунок 1.16 – Модифікатори для згладжування

Модифікатор Smooth має такий самий ефект, як описаний вище трансформатор Smooth Verteces. Перевага використання модифікаторів полягає в тому, що якщо ви не натиснули кнопку Apply, то об'єкт у режимі редагування залишається незмінним. У випадку трансформатора ви змінюєте об'єкт перманентно, тобто на постійній основі, доступу до початкової форми у вас вже не буде. Лише через Ctrl+Z.

Модифікатори Corrective Smooth і Laplacian Smooth мають більше налаштувань і зазвичай використовуються в особливих випадках.

Модифікатор Subdivision Surface може бути найкращим вибором. Він лише візуально підрозділяє mesh-об'єкт. При цьому можна вказати різну кількість підрозділів для 3D-виду та кінцевого зображення (рис.1.17).

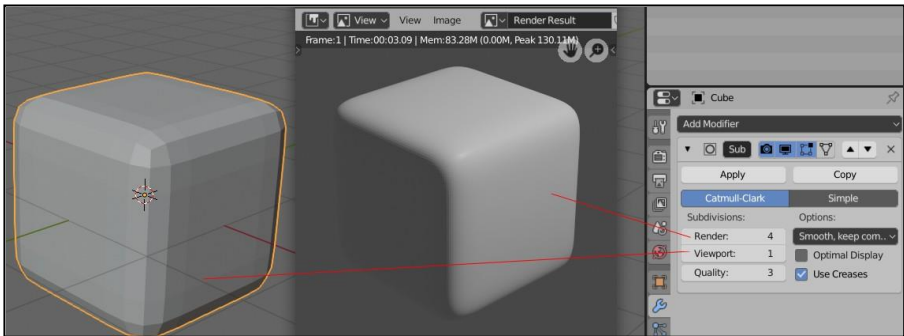


Рисунок 1.17 – Застосування модифікатора Subdivision Surface з різною кількістю підрозділів для відображення в робочому вікні Blender та візуалізації

Якщо перейти на Simple, то згладжування не буде, тільки підрозділ. Такий варіант можна використовувати як аналог Subdivide, якщо натиснути кнопку Apply.

1.4 Практичне завдання

1.4.1 Використання булевих операцій (Boolean)

Завдання.

Створіть модель порожній всередині колби (рис.1.18).

Спочатку об'єднуються конус та циліндр. Потім створюється їхня копія, яка зменшується. Порожнина всередині колби виходить шляхом віднімання з більшого меншого об'єкта.

Підказка

1. Видаліть куб, додайте конус та циліндр.

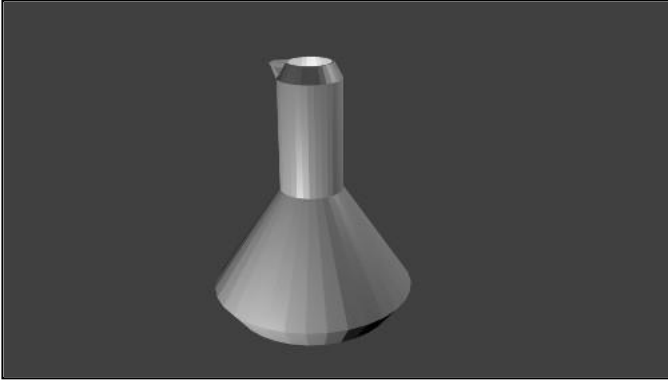


Рисунок 1.18 – Результат виконаного завдання

2. Перейдіть до виду спереду (1). Зменште циліндр по всіх осях, потім витягніть по осі Z і встановіть так, щоб вийшов прототип колби.

3. Виділіть конус і додайте модифікатор Boolean. У налаштуваннях модифікатора зі списку Operation виберіть Union, у полі Object вкажіть циліндр. Натисніть Apply.

4. Виділіть циліндр та видаліть. Оскільки його не видно за колбою, виділіть циліндр через редактор Outliner.

5. Перейдіть на вид каркаса (Z → 4).

6. Виділіть об'єкт та продублюйте його на місці (Shift+D, Enter).

7. Не знімаючи виділення, відкрийте регіон властивостей (N). Встановіть розмір (Scale) по всіх осях 0.9.

8. Перейдіть до режиму редагування, скиньте виділення (Alt + A).

9. Розтягнувши рамку, виділіть усі верхні вершини. Підніміть (G) їх по осі Z так, щоб вони виходили за верхню межу зовнішньої колби.

10. Поверніться до об'єктного режиму. Виділіть зовнішню колбу та знову застосуйте до неї Boolean.

11. В якості операції виберіть Difference, об'єктом-модифікатором вкажіть внутрішню колбу.

12. Натисніть Apply і видаліть маленьку колбу.

13. Перейдіть до режиму відображення Solid (Z → 6) та вид з камери (0). Переконайтеся, що колба тепер порожня всередині.

14. Виділіть колбу та перейдіть до режиму редагування. Скиньте виділення.

15. Вид знизу (Ctrl + 7). Перейдіть на виділення граней і виділіть нижню грань колби.

16. Поверніться на вид спереду (1). Видавіть (E) дно вниз і трохи зменште його.

17. Перейдіть на вид зверху (7). Збільште масштаб і виділіть дві грані, які формують верхню кайму колби. Вони виглядають як дуги на половині кола.

18. Поверніться на вид спереду, зменште масштаб. Видавіть виділені грані вгору і трохи зменште.

19. Знову перейдіть на вид зверху і збільште масштаб. Увімкніть виділення вершин.

20. Виділіть зліва три зовнішні вершини дуг-кайм колби і три внутрішні. Зміщуйте їх точно по осі X назовні. Повинен вийти носик колби.

21. Перейдіть на об'єктний режим і вид з камери.

22. Поверніть колбу на 45 градусів (R, потім Z, далі 45 і Enter).

1.4.2 Використання відображення (Mirror)

Завдання.

Створити модель гантелі (рис.1.19), закріпивши тему відображення, а також познайомитись зі створенням груп вершин.

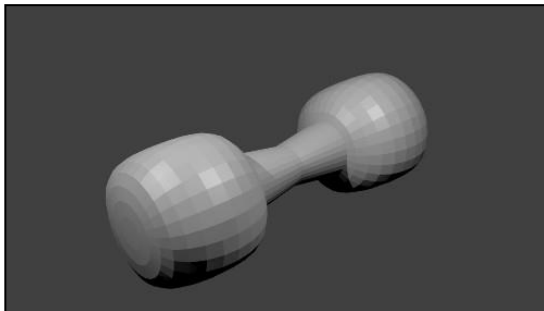


Рисунок 1.19 – Результат виконаного завдання

Гантель – проста фігура, її можна зробити, об'єднавши циліндр та дві сфери. Однак, якщо надалі буде потрібно її правити, то робити

це буде непросто. По-перше, доведеться змінювати кожен кулю окремо. По-друге, в режимі редагування mesh-об'єкта, щоб відокремити вершини кулі від вершин циліндра, знадобиться чимало зусиль.

Перша проблема вирішується модифікатором Mirror, друга – створенням групи вершин.

У даному разі доречно використовувати відображення лише по одній осі, тобто виготовити половину гантелі.

Підказка

1. Додайте на сцену циліндр. За допомогою масштабування (S) задасте йому бажану форму. Циліндр – це половина рукоятки гантелі.

2. Відразу встановіть точку центру мас циліндра біля його нижньої основи. Простіше не поміщати туди 3D-курсор, а залишити його в центрі сцени та підняти циліндр по осі Z. Далі у контекстному меню виберіть Set Origin → Origin to 3D Cursor.

3. Тепер перейдіть в режим редагування. Перед тим, як додавати сферу, створіть групу для її вершин. Для цього треба перейти на вкладку Object Data редактора властивостей та в панелі Vertex Groups за допомогою кнопки з плюсом додати нову групу. Групу можна перейменувати (рис.1.20).

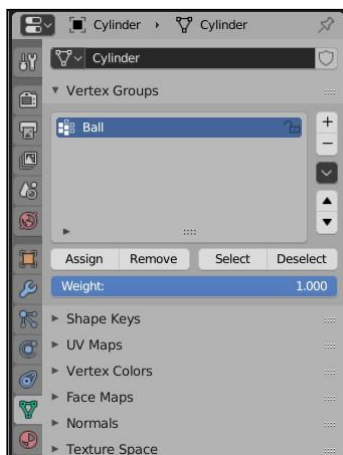


Рисунок 1.20 – Створення групи вершин для сфери

4. Тепер додайте сферу і, не знімаючи виділення, призначте (Assign) її вершини групі. Надалі, якщо потрібно правити сферу, слід вибрати групу та натиснути Select. Буде виділено вершини групи. Якщо потрібно буде редагувати циліндр: виділіть все (A), потім натисніть Deselect групи Ball. Можна також створити окрему групу для вершин циліндра.

5. Виділивши всі вершини сфери, перемістіть їх до верхнього кінця циліндра. Адже, якщо центр має знаходитися у нижнього, пізніше верхня частина правильно відобразиться вниз.

6. Залишилося застосувати модифікатор Mirror з відображенням по осі Z (в об'єктному режимі).

7. Після цього приступіть до більш тонкого редагування гантелі (змінить кулі, рукоять, точку центру, поверніть її), при цьому спостерігайте, як виглядатиме цілий об'єкт.

Зверніть увагу, що в даному випадку не треба застосовувати (Apply) модифікатор. Інакше друга половинка стане не "віртуальною", а реально продублюється. У режимі редагування ви бачитимете її вершини, ребра, грані.

1.4.3 Використання згладжування (Smooth)

Завдання

Розмістіть на сцені дві сфери так, щоб вони добре переглядалися при огляду з камери. Застосуйте до однієї сфери гладке затінення (Shade Smooth), до іншої – модифікатор підрозділу поверхні (Subdivision Surface). У налаштуваннях модифікатора в полі рендерингу вкажіть кількість підрозділів 3.

Виконайте рендеринг зображення (F12). Порівняйте вид сфер.

1.5 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

2 Лабораторна робота №10

Робота з матеріалами та текстурами в 3D-редакторі Blender

Метою роботи є навчитися створювати та редагувати матеріали і текстури, призначати їх об'єктам в 3D- редакторі Blender.

2.1 Матеріали

У середовищах 3D-модельовання зміна колірних властивостей об'єкта – це не те саме, що зміна кольору у простих графічних редакторах. Тут ви додасте і налаштуєте об'єкту не колір, а матеріал, тобто те, з чого він виготовлений. Матеріал може імітувати зелений пластик, жовтий пісок, прозоре скло, блискучий метал, каламутну воду тощо.

Хоча колір об'єкта при цьому все одно відіграє важливу роль, з'являється безліч інших візуальних властивостей: відображаюча здатність, прозорість, світлозаломлення. Налаштування матеріалів у Blender – велика тема. Розглянемо базові принципи роботи з матеріалами.

У Blender один і той же матеріал може бути застосований до багатьох об'єктів. З іншого боку, до одного об'єкта можуть бути застосовані кілька матеріалів. Наприклад, із кожною гранню куба можна зв'язати свій матеріал. Однак, коли ви створюєте матеріал, він прив'язується до виділеного об'єкта.

Для налаштування матеріалів призначено вкладку Material редактора властивостей (вона передостання). Її немає у камери та лампи, але у Mesh-об'єктів вона є. У щойно доданих Mesh немає матеріалів. Однак у куба стартового файлу він є. Якщо видалити цей куб і додати новий об'єкт, вміст вкладки Material буде виглядати так (рис.2.1).

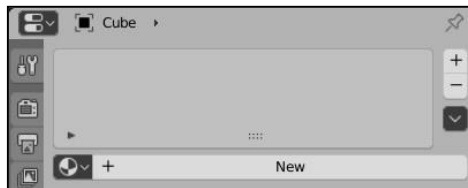


Рисунок 2.1 – Вміст вкладки Material щойно доданого mesh-об'єкта

У велике поле за допомогою кнопки зі знаком плюс додаються слоти для матеріалів. Кожен слот може містити по одному матеріалу, але матеріал у слоті можна замінювати іншим. Зазвичай об'єкти мають по одному слоту і, відповідно, по одному матеріалу.

Однак, якщо до одного об'єкта застосовується кілька матеріалів, то слотів буде кілька.

Щоб додати об'єкту матеріал, треба натиснути кнопку New, і тоді буде створено новий матеріал (і слот, якщо його не було), або вибрати вже існуючий зі списку, який розгортається при кліку на іконку кульки перед кнопкою New (рис.2.2).

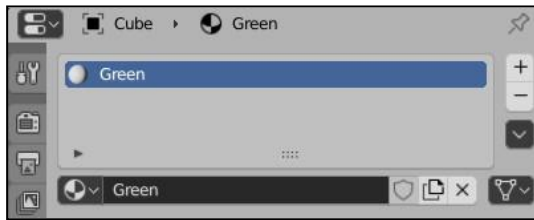


Рисунок 2.2 – Вкладка Material з доданим матеріалом

Матеріали можна перейменувати як безпосередньо в слоті, так і через блок вибору/створення матеріалу. Якщо потрібно створити новий матеріал, треба створити новий слот і перейти на нього. Кнопка зі знаком із двома листочками створює новий матеріал у поточному слоті шляхом копіювання поточного матеріалу. Хрестик видаляє матеріал, а кнопка зі щитом дозволяє зберігати матеріал, навіть якщо він не використовується жодним об'єктом. Поки ви не закрили файл, всі матеріали, що не використовуються, зберігаються.

Якщо вибрати інший матеріал або створити новий шляхом копіювання, він замінить попередній в існуючому слоті. Якщо до об'єкта застосовується кілька матеріалів, то кожен додається до свого слоту.

У режимі редагування з'являються кнопки Assign, Select та Deselect. За допомогою Assign матеріал виділеного слота призначається окремим граням та групам граней Mesh-об'єктів (рис.2.3).

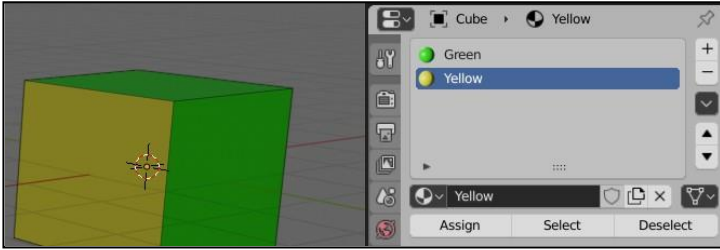


Рисунок 2.3 – Куб з декількома матеріалами

Далі йде панель, що розкривається Preview. Єдине її призначення – показати як виглядатиме матеріал на тому чи іншому імовірному об'єкті (рис.2.4). Об'єкти надаються у стовпчику праворуч.

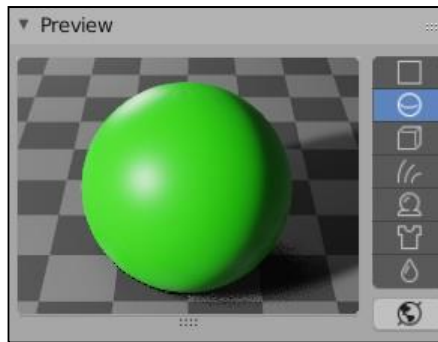


Рисунок 2.4 – Панель Preview з прикладом матеріалу на поверхні сфери

Далі йде панель Surface – Поверхня. Пропонується одразу використовувати так звані ноди. Поки що відмовимося від цього і вимкнемо кнопку Use Nodes. Після цього кількість налаштувань матеріалу зменшиться, і панель Surface набуде наступного вигляду (рис.2.5).

Параметр Base Color визначає базовий колір. Під час кліку на полі з'являється колірний диск, де можна вибрати колір. Там є параметр Alpha (A), що дозволяє зробити об'єкт прозорим.

Metallic задає поверхні металевий блиск. У неї утворюється властивість дзеркальності. В цьому можна перекопатися, змінивши Metallic з нуля до одиниці та подивившись на прев'ю. Однак у 3D

Viewport і при рендері (F12) жодної дзеркальної поверхні ви не побачите.

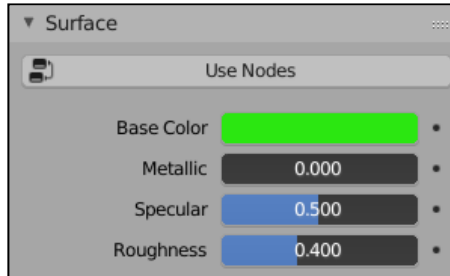


Рисунок 2.5 – Панель Surface з налаштуваннями матеріалу

Щоб ефект прорисувався, треба змінити налаштування движка рендерингу. Робиться це на вкладці Render редактора Properties (рис.2.6). У цьому випадку достатньо встановити прапорець Screen Space Reflections (Відображення в просторі екрана). Ви також можете встановити Refraction (Переломлення).

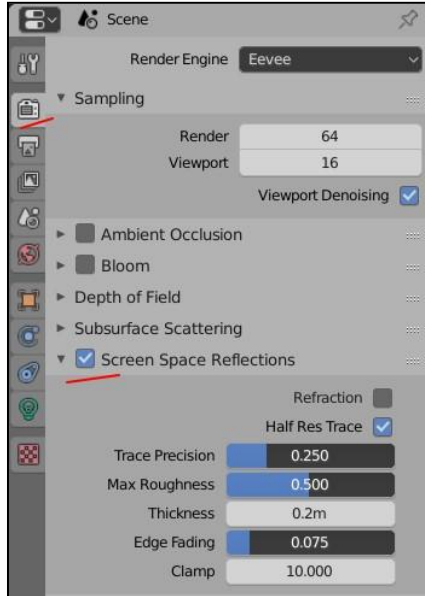


Рисунок 2.6 – Вкладка Render з налаштуваннями

Ефект прорисовуватиметься як при рендерингу кінцевого зображення, так і в 3D Viewport (рис.2.7) при переході в режим затінення Rendered ($Z \rightarrow 8$).

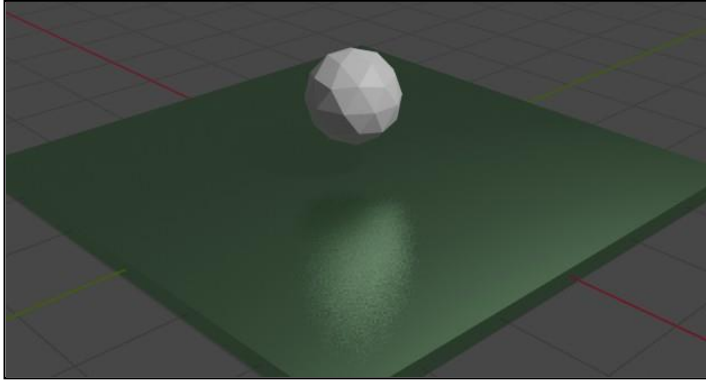


Рисунок 2.7 – Прорисовка ефекту в 3D Viewport при переході в режим Rendered

Повернемося до налаштувань поверхні матеріалу. На рисунку 2.5 у площини властивість Metallic піднято до одиниці, а Roughness (Шорсткість) залишається на значенні 0.4. Якщо шорсткість зменшити до нуля, то поверхня стане більш дзеркальною (рис.2.8).

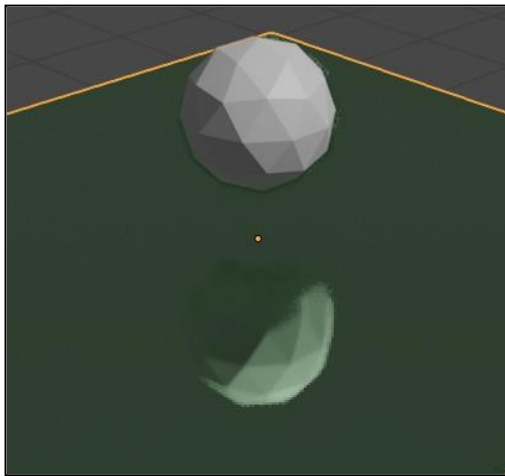


Рисунок 2.8 – Параметр Roughness також впливає на дзеркальність поверхні

Властивість Specular визначає блік. Чим вона більше, тим більше на поверхні проявляється жорсткий добре видимий відблиск. Зменшення значення надає поверхні матовості (рис.2.9).

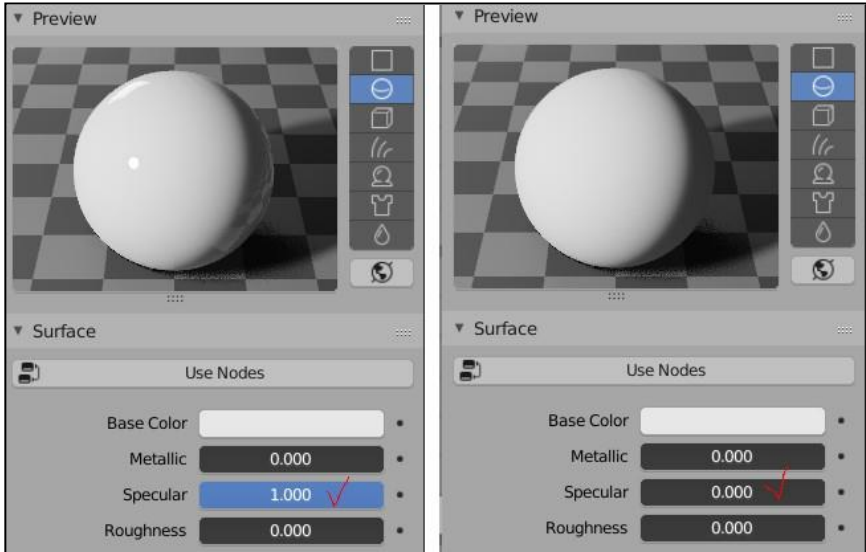


Рисунок 2.9 – Вплив властивості Specular на вигляд матеріалу

2.2 Текстури

Текстури Blender дозволяють робити матеріали більш реалістичними, більш схожими на речовини, з яких складаються об'єкти реального світу. Крім того, за допомогою їх можна накладати готові зображення на поверхні, створювати рельєфні карти та ін.

У разі mesh-об'єктів текстура застосовується мов поверх матеріалу. Тут не можна використовувати текстуру, не прив'язавши матеріал до об'єкта. З іншого боку, з матеріалом може бути пов'язано кілька текстур. Кожна з них вплине на сукупний результат.

Налаштування текстур в Blender набагато різноманітніше, ніж матеріалів. Розглянемо лише основні моменти роботи з текстурами.

З версії Blender 2.80 робота з текстурами, як і з матеріалами, зазнала змін. Текстури тепер не можна просто створити та застосувати

до об'єкта через вкладку Texture редактора Properties. Потрібно освоїти роботу ще як мінімум в одному редакторі Blender. Це буде Shader Editor – редактор шейдерів.

Розіб'ємо область 3D Viewport по вертикалі на дві частини і в одну завантажимо Shader Editor (рис.2.10).

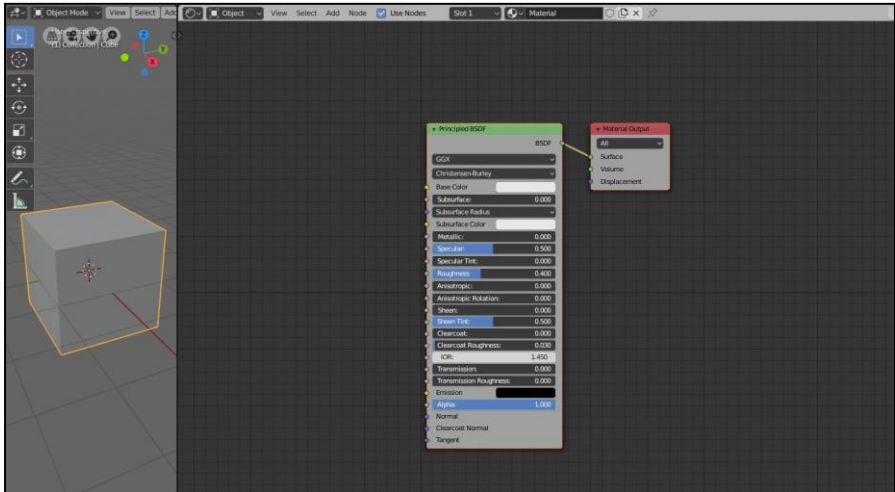


Рисунок 2.10 – Редактор шейдерів Shader Editor

В цьому редакторі масштабування, переміщення (при затиснутих шифті та колесі миші) працюють також як у 3D Viewport.

Якщо об'єкту доданий матеріал, то в нього вже будуть дві ноди. Налаштування основної, в даному випадку Principled BSDF, дублюються на вкладці матеріалів, якщо не вимкати кнопку Use Nodes.

У нод є сокети – маленькі крапки з боків. Через них відбувається з'єднання нод. Так одна нода впливає на деякі властивості іншої.

Якщо хочемо додати текстуру, нам потрібна нода з текстурою. Додати її можна через меню заголовка Add → Texture → Також працює Shift+A.

Додамо Brick Texture та з'єднаємо ноду з властивістю Base Color основної ноди. Ми мов замінюємо колір на текстуру. Щоб побачити

ефект у 3D Viewport (рис.2.11), не забуваємо в ньому переключитися на затінення Rendered (Z → 8).

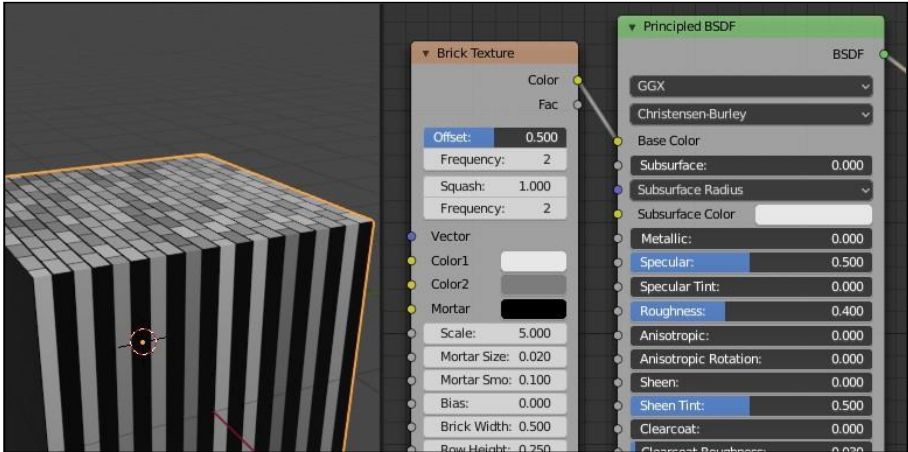


Рисунок 2.11 – Перегляд доданої текстури в 3D Viewport

У ноди Brick Texture багато налаштувань, які дозволяють гнучко змінювати текстуру. Однак тут не можна зробити так, щоб цегла була з усіх боків куба (рис.2.12).

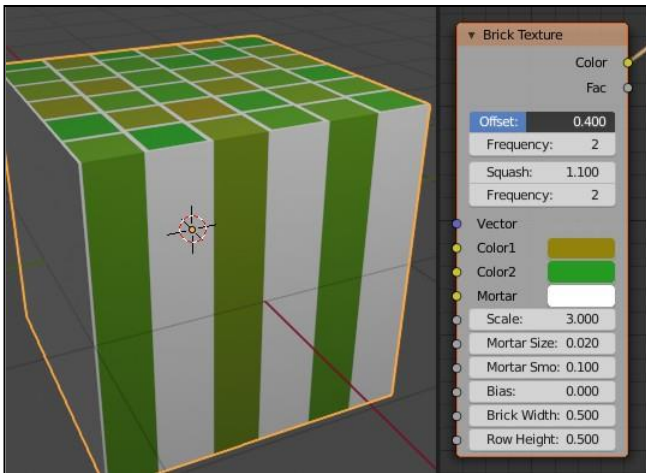


Рисунок 2.12 – Налаштування ноди Brick Texture

Для цього потрібно додати ще одну ноду – Add → Input → Texture Coordinate. В даному випадку з'єднаємо її UV сокет з сокетом Vector в Brick Texture (рис.2.13).

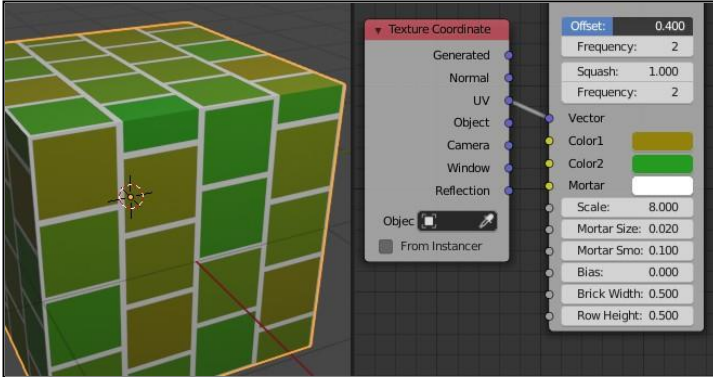


Рисунок 2.13 – Додавання ноди Texture Coordinate

Розглянемо ноду Image Texture – накладення на поверхню своєї картинки (рис.2.14).

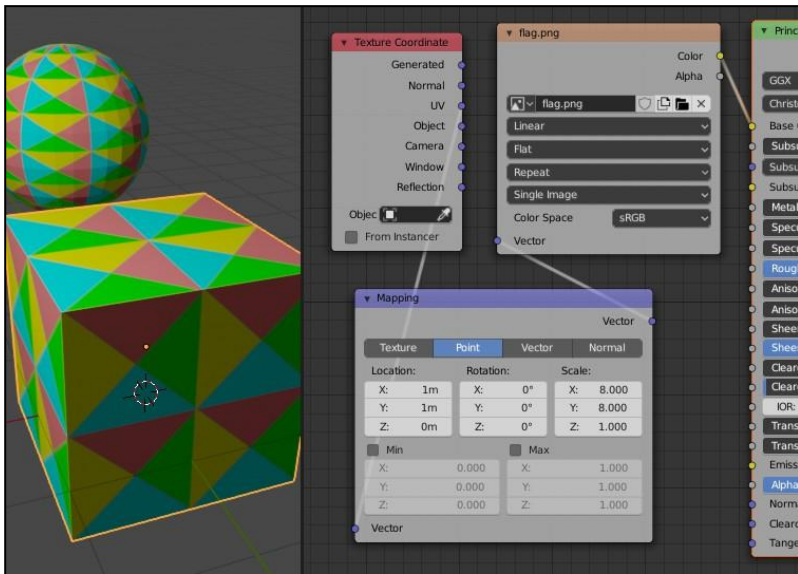


Рисунок 2.14 – Додавання ноди Image Texture

У ноді Image Texture є кнопки New та Open. За допомогою останньої завантажуються готове зображення. Після цього заголовок Image Texture змінюється на ім'я файлу.

Якщо ми просто з'єднаємо ноди Image Texture та Texture Coordinate, то, швидше за все, отримаємо різні ефекти обертання об'єкта картинкою. В цьому випадку можна взагалі обійтися без Texture Coordinate.

Якщо ж ми хочемо якось позиціонувати зображення на гранях, повторити його, тоді між Texture Coordinate і Image Texture додається нода Mapping (картування, відображення; знаходиться в Add → Vector), з допомогою налаштувань якої зображення підганяється під грані об'єкта. Наприклад, чим більше значення полів Scale, тим дрібнішим буде картинка, і тим частіше вона буде повторена. Location переміщує картинку по грані, що дозволяє поєднати її краї з краями грані або вирівняти по центру.

2.3 Практичне завдання

2.3.1 Призначення матеріалів об'єктам

Завдання.

Дослідіть налаштування властивостей прозорості та відображуючої здатності матеріалу (панелі Transparency та Mirror). Не плутайте дзеркальні матеріали з раніше вивченим модифікатором Mirror, який створює дзеркальний дубль об'єкта.

Створіть картинку, де у дзеркалі відбивається скляний предмет (рис.2.15).

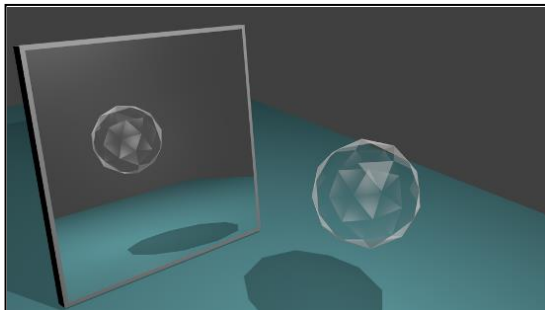


Рисунок 2.15 – Результат виконаного завдання

Підказка.

1. Сильно, але не до кінця зменшить куб по осі X. Потім розтягніть його по всіх інших осях. Це буде дзеркало.

2. Додайте на сцену меш-об'єкт, наприклад, ікосферу. Додайте площину, яка буде підлогою, щоб було видно тіні, що відкидаються.

3. Перейдіть на вид з камери, відкоригуйте розмір та положення об'єктів.

4. Виділіть ікосферу. Перейдіть на вкладку матеріалів у редакторі властивостей. Створіть новий матеріал.

5. Підберіть параметри матеріалу так, щоб ікосфера виглядала приблизно, як на зображенні.

6. За бажанням помістіть у центр сфери лампу. На вкладці Data Object (дані об'єкта) редактора властивостей вимкніть для неї можливість створювати тінь (No Shadow), а відстань напіврозсіювання (Distance) зменште до 1 або 2.

7. Виділіть "дзеркало". Так як воно було виготовлене з куба стартового файлу, то він вже має матеріал. Це буде матеріал рамки.

8. Перейдіть до режиму редагування.

9. Виділіть передню грань, яка буде дзеркальною площиною. Натисніть I і злегка видавіть її всередину.

10. Не знімаючи виділення з грані, створіть слот для ще одного матеріалу, потім додайте новий матеріал до цього слоту. Призначте слот грані (кнопка Assign).

11. Встановіть параметри матеріалу так, щоб дзеркало (грань кубу) виглядало приблизно, як на зображенні.

12. Перегляньте результат (F12). Відкоригуйте розмір та положення об'єктів.

2.3.2 Призначення текстур об'єктам

Завдання.

Створіть та налаштуйте текстури так, щоб результат відповідав рисункам 2.11-2.14.

Дослідіть параметри накладання текстур на об'єкти, використовуючи знайдену або підготовлену власноруч текстуру. Накладіть будь-яку картинку на куб, сферу та циліндр подібно до того, як показано на рисунку 2.16.

Примітки:

- накладене зображення – це одна фігурка. Її "розмноження" досягається налаштуваннями;
- для всіх трьох об'єктів використовується та сама текстура. Однак матеріал у кожного об'єкта свій.

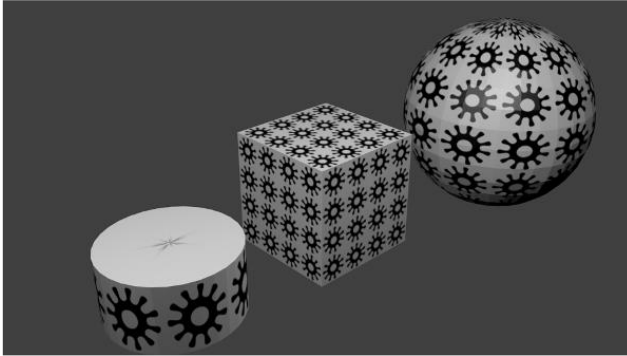


Рисунок 2.16 – Результат виконаного завдання

Підказка.

Виконайте завдання використовуючи інформацію викладену в підрозділі 2.2.

2.4 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

3 Лабораторна робота №11

Створення анімації та моделювання фізичних процесів в 3D- редакторі Blender

Метою роботи є навчитися створювати анімацію об'єктів та моделювати фізичні явища реального світу в 3D- редакторі Blender.

3.1 Основи анімації в Blender

Blender призначений не лише для створення тривимірної графіки. Він включає великий інструментарій сучасної комп'ютерної анімації. У Blender можна анімувати не тільки просте переміщення об'єктів у просторі, а також зміну їх форми, можна використовувати систему кісток, створювати циклічний рух, переміщення траєкторією та ін.

Розглянемо створення простої анімації, роботу з редактором Timeline та отримання готового відеофайлу.

Перш ніж описувати роботу в Blender, згадаємо, як створюється комп'ютерна анімація в принципі. Головним тут є поняття ключового кадру. Якби ми створювали мультфільм по-старому, то обійшлися б без цього, тому що для кожного кадру художник малював би окрему, трохи відмінну від попередньої, картинку.

Тепер є можливість "малювати" картинку тільки для обраних, тобто ключових, кадрів. Все, що між ними, програма прораховує сама. Наприклад, у першому кадрі куб знаходиться у точці з координатами (0, 0, 0). Перемістившись за часовою шкалою в 20 кадр, ми розміщуємо куб в точку (100, 0, 100) простору. На цьому все. Програма або переміщатиме куб по прямій, або за вказаною нами траєкторією. Нам не треба для кожного кадру з 2-го до 19-го вказувати проміжні положення куба.

Зверніть увагу, коли ми починаємо говорити про рух та зміну об'єктів, то у нашому тривимірному світі з'являється четвертий вимір – час та відповідна їй вісь – шкала часу.

У Blender є спеціальний редактор Timeline, що дозволяє переміщатися по кадрах, створювати ключові кадри та ін. Однак у кадру все ж таки є тривалість. Вона залежить від того, скільки "прокручується" кадрів за секунду. У разі 60 кадрів за секунду (60

FPS) кадр буде коротшим, ніж у випадку 24 FPS. Чим більше FPS, тобто чим коротша тривалість кадрів, тим плавніші переходи, якісніша анімація. Однак збільшення FPS збільшує розмір вихідного файлу та навантажує обчислювальні потужності комп'ютера.

FPS не настроюється в редакторі Timeline. Однак про FPS слід пам'ятати, тому що якщо ви плануєте робити 30 секундну анімацію з 24 FPS, вам знадобиться 720 кадрів. Але із 50 FPS буде вже 1500.

У стартовому файлі за замовчуванням, редактор Timeline знаходиться у нижній області інтерфейсу (рис.3.1).



Рисунок 3.1 – Результат виконаного завдання

Головний регіон редактора Timeline займає кадрована шкала часу. Вгорі вона має розмітку з кроком у 10 кадрів.

Якщо навести мишу на смугу прокручування вниз, затиснути ліву кнопку і посунути, ви побачите, що шкала може йти далі як в плюс, так і в мінус. Інший спосіб зсуву шкали – затиснути середню кнопку миші на шкалі. Прокручування колеса миші, клавіші плюс та мінус клавіатури масштабують її.

Область з 1-го до 250-го кадру пофарбована по-іншому. Цей проміжок позначає кадри, які становитимуть анімацію.

У заголовку редактора Timeline у полях Start та End вказані кадри початку та кінця анімації. Їх можна змінити. У полі зліва вказано поточний кадр (не плутати з ключовим), тобто місце в часі, в якому зараз знаходиться сцена (рис.3.2).



Рисунок 3.2 – Заголовок редактора Timeline

Поточний кадр можна змінювати як через це поле, так і натисканням на шкалі часу. Там його означає яскрава вертикальна

лінія. Поточний кадр також послідовно змінюється стрілками вліво та вправо клавіатури.

Щоб почати програвати анімацію, потрібно натиснути Пробіл. Вона почнеться з поточного кадру і до останнього того, що вказаний в End. Потім продовжиться зі стартового (Start). Зупинити циклічне програвання анімації можна повторним натисканням пробілу або натисканням Escape. У першому випадку поточним кадром стане місце зупинки анімації. У другому – поточний кадр повернеться до колишнього значення, туди, звідки було запущено анімацію.

Крім того, для управління програванням анімації та переходами призначена спеціальна група кнопок заголовка (рис.3.3).



Рисунок 3.3 – Кнопки управління програванням анімації

Великі кнопки у центрі програвють анімацію вперед і назад. Після їх натискання вони змінюються на кнопку-паузу, якою можна вимкнути програвання. Лівіше та правіше знаходяться кнопки переходу до наступного ліворуч або праворуч ключового кадру. Останні кнопки встановлюють поточним кадром початок або кінець анімації.

Окрема кнопка зліва призначена для автоматичного створення ключових кадрів.

Створювати ключові кадри можна і зазвичай зручніше безпосередньо в головному регіоні 3D Viewport, натискаючи I і вибираючи в меню тип ключа. Однак ми скористаємося спеціальним блоком у заголовку Timeline, тому що він дає більш повне керування. (рис.3.4).

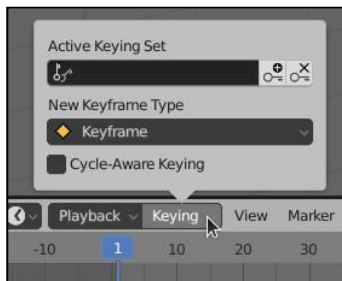


Рисунок 3.4 – Кнопки створювання ключових кадрів

При натисканні на зв'язці ключів зліва в полі Active Keying Set відкривається список можливих типів ключів. Нас цікавлять Location, Rotation, Scale та їх комбінації - Location & Rotation, Location & Scale, "Location, Rotation&Scale", Rotation&Scale. Список тут відображається не повністю, він прокручується вгору та вниз (рис.3.5).

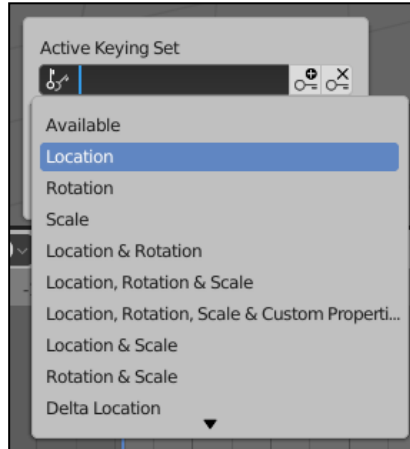


Рисунок 3.5 – Список можливих типів ключів

Ключ Location фіксує лише розташування об'єкта. Якщо ви в такому ключовому кадрі зміните розмір і поворот, то ця зміна не буде анімована. Це просто змінить об'єкт. Якщо боїтеся заплутатися, виберіть "Location, Rotation & Scale". Цей тип ключа фіксує все – становище, поворот, розмір. Однак насправді він створює цілих 9 ключів в одному кадрі, оскільки запам'ятовує координати X, Y, Z для всіх трьох трансформацій.

Коли вибрано тип ключового кадру, його назва з'являється в полі. Однак сам ключ при цьому не створюється. Для його створення треба натиснути кнопку праворуч від поля зі знаками ключа і плюса. Ключовий кадр буде створено у місці поточного кадру, що у шкалі часу відзначається спеціальним маркером.

Крайня права кнопка з ключем та хрестиком видаляє з поточного кадру вибраний тип ключового кадру, якщо він там є. Наприклад, поточний кадр 20-й. Ми вибираємо тип Location та видаляємо його. Якщо в 20-му кадрі був саме такий ключ, то він

видалиться, але якщо там було призначено Rotation, то нічого не станеться. Якщо ви не знаєте точно, який тип ключа знаходиться в поточному кадрі, а хочете очистити його від усіх ключів, виберіть "Location, Rotation & Scale".

Що означає створення ключового кадру об'єкта? Це означає, що було зафіксовано поточну позицію та форму об'єкта. Тепер, якщо ми змінимо об'єкт, не зафіксувавши ці зміни в жодному ключовому кадрі, то при спробі програти анімацію (Пробіл) втратимо всі внесені зміни.

Нехай ми хочемо, щоб куб за період з 1-го до 30-го кадру трохи повертався. У першому кадрі ми створили ключ, зафіксувавши вихідну позицію куба.

Після цього робимо поточним 30 кадр і тут повертаємо куб. Далі треба створити ще один ключовий кадр, уже у 30-му кадрі. Простіше натиснути I у редакторі 3D Viewport. Також можна скористатися віконцем Keying, що розкривається, в заголовку Timeline.

Таким чином, ми можемо створити відносно складну анімацію:

- переміщаючись за шкалою часу;
- змінюючи в поточних кадрах об'єкт;
- фіксуючи зміни за допомогою ключів.

Якщо в подальшому ми видалимо якийсь проміжний ключовий кадр, то об'єкт буде плавно змінюватися зі стану попереднього ключового кадру в стан наступного за видаленим. Наприклад, якщо куб спочатку повертався, а потім переміщався, то видалення проміжного ключа призведе до того, що куб буде повільніше, але одночасно повертатиметься і переміщатиметься.

Зверніть увагу, кожен об'єкт має свої ключові кадри. Якщо виділити інший об'єкт, який не змінювався у часі, на шкалі часу ключів не буде.

Як отримати файл із готовим фільмом? Швидше за все, спочатку знадобиться виконати деякі попередні налаштування на вкладці Output редактора Properties (рис.3.6).

Тут на панелі Output із списку файлових форматів (File Format) треба вибрати AVI JPEG.

AVI JPEG стискає зображення. Тому файл виходить значно менше, ніж при AVI Raw. Зверніть увагу, де зберігається файл. За потреби змініть каталог.

Також має сенс змінити значення останнього кадру, якщо анімація була коротшою ніж його значення.

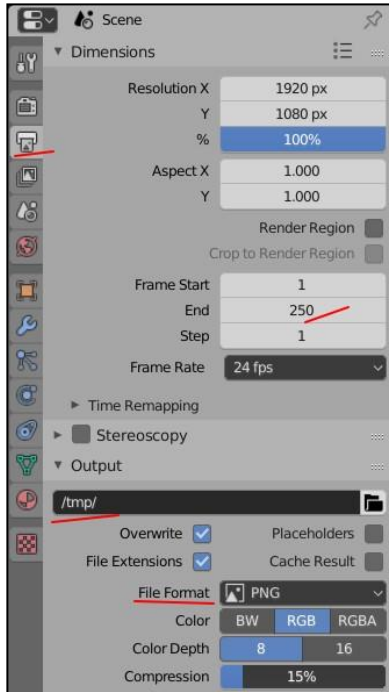


Рисунок 3.6 – Вкладка Output редактора Properties

Запуск рендеру анімації виконується з редактора 3D Viewport при виборі в меню заголовка пункту Render → Render Animation (Ctrl + F12).

Після цього розпочнеться рендер кадрів. Прорисовується кожен кадр, всі разом вони пакуються у відеофайл. Рендер займає час. Можна оцінити, який це ресурсомісткий процес, якщо навіть на створення анімації в кілька секунд потрібно близько хвилини. При рендері у верхній лівій частині редактора Image Editor відображається номер кадру, який наразі прорисовується.

3.2 моделювання фізики в Blender

У середовищах тривимірної графіки та анімації часто моделюються фізичні явища реального світу. Це може бути дощ, тканина, що майорить на вітрі, рідина, що ллється, вогонь, туман та інше.

Створювати таке вручну було б дуже трудомістким. Уявіть, скільки знадобиться ключових кадрів, щоб імітувати коливання прапорця, або скільки треба крапель-об'єктів, щоб у фільмі пішов дощ.

Для моделювання фізики реального світу Blender містить фізичний двигун та низку інших інструментів, які спрощують життя. При їх використанні відкривається доступ до багатьох налаштувань, за допомогою яких можна отримати бажаний ефект.

В Blender налаштування частинок та решта фізики розділені за різними вкладками редактора Properties (рис.3.7).

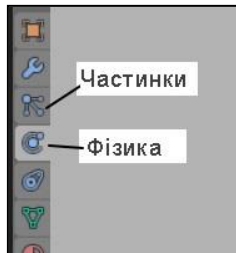


Рисунок 3.7 – Вкладки для моделювання системи частинок та фізики

До частинок відноситься не тільки те, що має малий розмір, чисельність та в нормі падає зверху вниз. Також тут моделюється волосся, у тому числі трава, хутро тощо.

В Blender частинки породжуються випромінювачем (джерелом, емітером – Emitter), яким може бути будь-який mesh-об'єкт. Часто вибирають площину.

Одному мешу може бути призначено кілька систем частинок. Наприклад, якщо моделюється дощ із градом, то має сенс до одного випромінювача підключити дві системи частинок.

Елементарні одиниці однієї будуть схожі на краплі, іншої – на білі кулі. Також кожна система може мати свою поведінку, тому що град повинен падати швидше і відскакувати від поверхні.

Системи частинок додаються в слоти подібно до того, як це робиться при додаванні об'єкту декількох матеріалів (рис.3.8). Хоча зазвичай буває достатньо однієї системи частинок.

Кнопки Emitter і Hair дозволяють вибрати, чи об'єкт випускатиме частинки або з нього зростатиме волосся (рис.3.9).

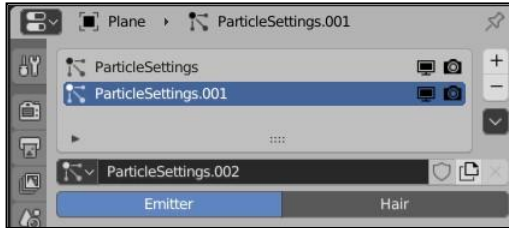


Рисунок 3.8 – Додавання декількох систем частинок в слоти

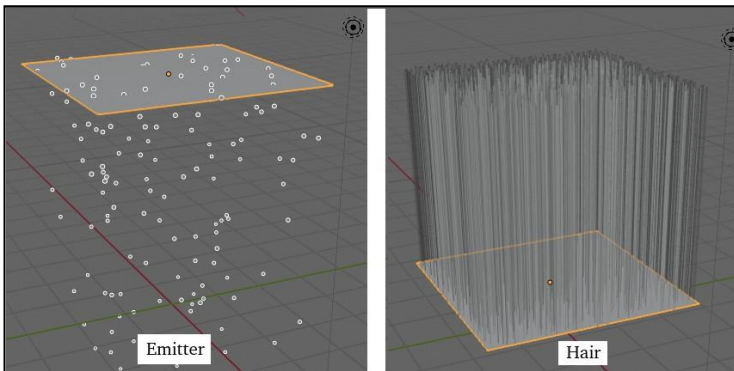


Рисунок 3.9 – Поводження об'єкту при виборі кнопок Emitter або Hair

На зображенні 3.9 у разі Emitter це не перший кадр, а частково програна анімація.

Якщо виконати рендер (F12), то волосся ми побачимо, а ось частинки – ні. Якщо подивитися на панель Render вкладки Particles редактора Properties, то за замовчуванням заявлено, що частинки повинні промальовуватися як Path або Halo (рис.3.10) - крапки, що світяться. Чого ми не спостерігаємо.

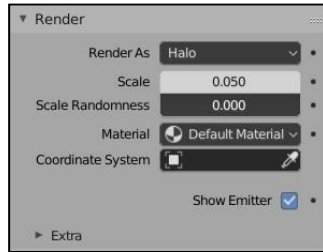


Рисунок 3.10 – Налаштування відображення часток на панелі Render

Але, якщо зі списку Render As вибрати варіант Object, можна вказати об'єкт, який буде грати роль частинок (рис.3.11). Зрозуміло, що перед цим об'єкт повинен бути доданий на сцену. І в цьому випадку при рендері частки буде помітно.

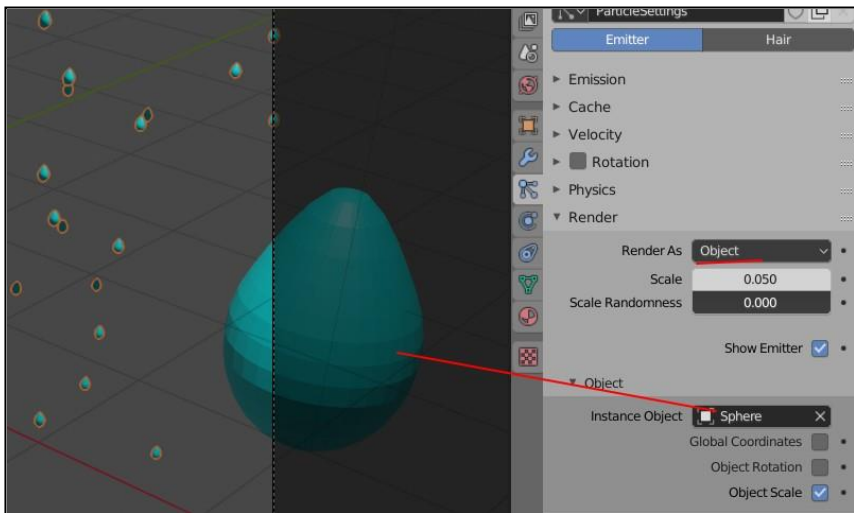


Рисунок 3.11 – Завдання об'єкту для відображення системи часток

Попередньо частки треба згенерувати, для цього слід запустити анімацію (Пробіл). Частки почнуть сипатися вниз з об'єкта-випромінювача. Після одного циклу анімації її можна зупинити, перейти до потрібного кадру і виконати рендер (F12), щоб побачити,

як виглядають частинки на зображенні. Можна створити відеофайл з анімацією.

Якщо потім ви вносите будь-які зміни, то анімацію краще знову переграти.

На панелі Emission (Випромінювання) поле Number (рис.3.12) визначає кількість випромінюваних частинок. Це впливає на їх щільність на одиницю простору. Start та End визначають проміжок шкали часу, коли емітер випромінює частинки. Lifetime – час життя однієї частки. Тож якщо конкретна частка народилася у 60-му кадрі, а час її життя 50 кадрів, то вона зникне у 110-му кадрі.

За замовчуванням налаштування такі, що до 250 кадру всі частинки зникають, оскільки останні були народжені в 200-му.

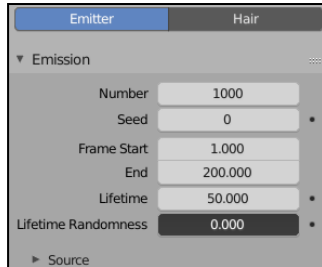


Рисунок 3.12 – Завдання на панелі Emission параметрів випромінюваних частинок

Коли частки падають, то на їхньому шляху можуть зустрічатися інші об'єкти. За замовчуванням ці інші об'єкти не реагують на частинки. Останні проходять крізь них, начебто немає жодних перешкод. Щоб об'єкт реагував на інший об'єкт, йому додається "фізика зіткнення" .

Робиться це вже на вкладці Physics редактора властивостей. У об'єктів, які повинні взаємодіяти з іншими фізичними об'єктами, повинна бути включена колізія (рис.3.13).

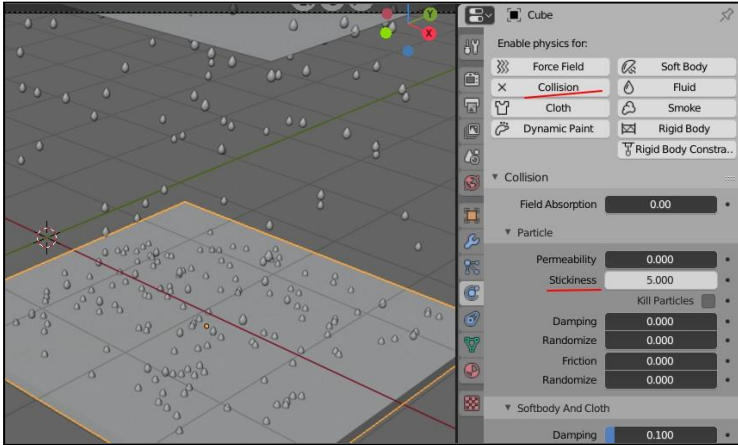


Рисунок 3.13 – Налаштування взаємодії об'єктів

На рисунку 3.13 колізія увімкнута для об'єкта, який знаходиться на шляху у частинок, що падають, а не самого емітера. У налаштуваннях збільшено параметр клейкості (Stickiness). Так частинки не відскакуватимуть від об'єкта вгору, а затримуватимуться на ньому. Для одного об'єкта може бути увімкнено кілька фізик. При увімкненні на кнопці з'являється хрестик.

Розглянемо моделювання тканини. Залишимо куб стартового файлу і додамо на сцену площину чи сітку, яку збільшимо та піднімемо над кубом (рис.3.14). Підрозділимо її. Після цього увімкнемо для площини кнопку Cloth на вкладці Physics редактора властивостей.

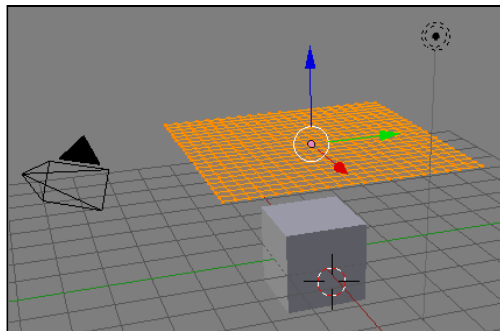


Рисунок 3.14 – Сцена з площини та кубу

Якщо тепер запустити анімацію, площина, ігноруючи наявність куба під нею, просто впаде під дією віртуальної сили тяжіння Землі.

Якщо для куба увімкнути Collision, то площина зіткнеться з ним і оберне його подібно до тканини. На рисунку 3.15 для площини також було включено згладжування.

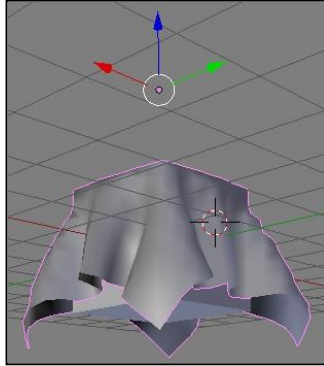


Рисунок 3.15 – Результат взаємодії площини та кубу

Тепер уявімо, що тканина до чогось прикріплена. Створимо групу вершин та призначимо їй кілька вершин площини (див. практичну роботу 1.4.2 лабораторної роботи №9). У вкладеній панелі Shape вкажемо групу вершин як значення Pin Group (рис.3.16).

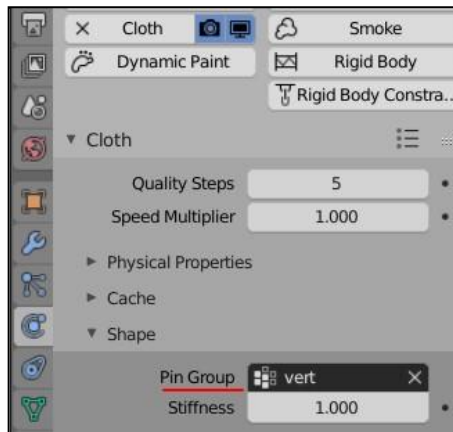


Рисунок 3.16 – Призначення групи вершин площині та їх фіксація

Тепер тканина повисне на вершинах (рис.3.17).

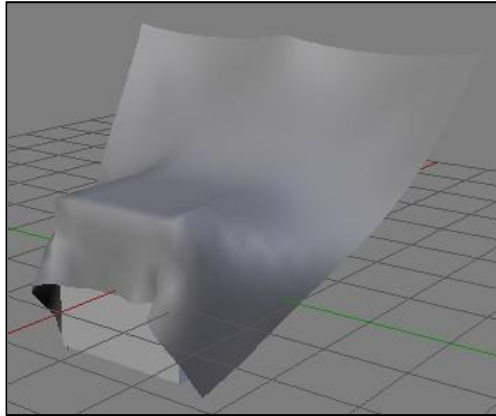


Рисунок 3.17 – Скорегований результат взаємодії площини та кубу

Зазначимо, що під час роботи з фізикою її слід "випікати". При цьому генеруються кадри анімації, що надалі прискорює прорисовку. Можна створити безліч слотів з різними випічками, кожна з яких зберігає відмінні від інших налаштування фізики (рис.3.18).

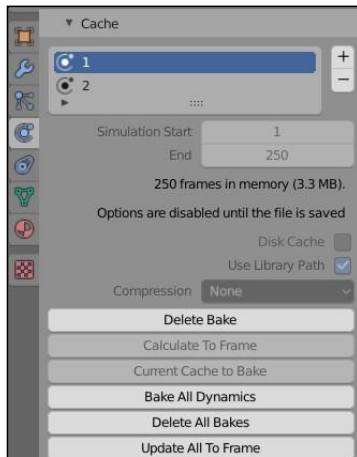


Рисунок 3.18 – Декілька слотів з різними випічками (Bake)

Одним із типів "фізик" Blender'a є силові поля (force fields) - вітер, вихор, магнітне поле та ін. Відповідна кнопка включення та наступний вибір типу силового поля знаходяться на вкладці Physics редактора властивостей. При цьому силове поле додається виділеному об'єкту.

З іншого боку, силові поля доступні за допомогою меню Add (Shift+A). Насправді тут відбувається приблизно те саме, але автоматично: на сцену додається об'єкт-пустушка і йому включається фізика обраного силового поля. Так що для наступного налаштування потрібно перейти на вкладку Physics.

На рисунку 3.19 на сцену додано вітер (Wind) через Add → Force Field. Стрілка вказує його напрям, який можна змінити, повертаючи об'єкт. Сильно збільшена сила (strength) вітру призведе до того, що тканина не падає на куб, а піднімається вгору. Силові поля також можуть впливати на частинки.

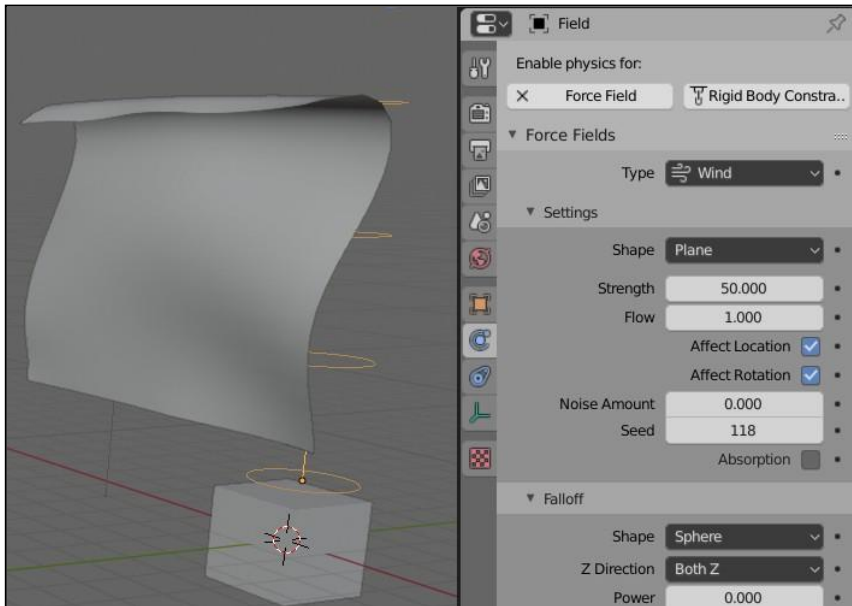


Рисунок 3.19 – Підключення до сцени силового поля вітер (Wind) великої сили

3.3 Практичне завдання

3.3.1 Створення анімації

Завдання.

Нехай буде куб, на який камера дивиться згори. З цієї точки зору він здаватиметься квадратною площиною. Куб наближається до камери, потім починає повертатися двома різними кольоровими гранями, через що стає очевидним, що це куб, а не площина.

Після цього куб повільно зникає.

Підказка.

Призначте будь-яким двом, але не верхній, граням куба окремі матеріали іншого кольору. Для цього куб має мати три матеріали. Перший – основний колір. Матеріали призначаються окремим граням в режимі редагування за допомогою кнопки Assign (див. лаб. роботу №5. Щоб бачити кольори, увімкніть Rendered ($Z \rightarrow 8$)).

Виділіть камеру, відкрийте бічний регіон (N) редактора 3D Viewport і встановіть для всіх полів розташування та повороту значення 0. Потім підніміть камеру вгору на 15 одиниць (Location $Z = 15$).

Нехай анімація триває 100 кадрів. Введіть це значення у полі End редактора Timeline. Рухатиметься лише куб, не камера. Виділіть куб.

1. Перебуваючи в поточному першому кадрі, створіть ключовий кадр, натиснувши I в 3D Viewport і вибравши ключ Location.
2. Зробіть поточним 20 кадр. Наблизьте куб до камери і тільки після цього створіть ще один ключовий кадр Location.
3. Перейдіть в 30-й кадр і створіть ключ Rotation.
4. Перейдіть до 40-го кадру. Поверніть куб так, щоб перед камерою опинилася одна з його кольорових граней. Після цього створіть ще один ключ Rotation.
5. Перейдіть в 50-й кадр і створіть ключ Rotation.
6. Перейдіть до 60-го кадру. Поверніть куб так, щоб перед камерою опинилася інша його кольорова грань. Створіть ключ Rotation.
7. Перейдіть в 70-й кадр і створіть ключ Scale.
8. Перейдіть в 100 кадр, зменшіть розміри куба до нуля ($X, Y, Z \text{ scale} = 0$), створіть ключ Scale.

3.3.2 Моделювання фізики в Blender

Завдання.

Створіть сцену з використанням системи частинок в обох варіантах Emitter і Hair. Отриманий результат повинен виглядати приблизно, як на рисунку 3.9. Налаштуйте взаємодію об'єктів, щоб результат відповідав рисунку 3.13. Створіть анімацію та перевірте результат.

Створіть сцену з кубу та площини. Налаштуйте взаємодію об'єктів, щоб результат відповідав рисунку 3.15 та рисунку 3.17. Створіть анімацію та перевірте результат.

Додайте на сцену вітер (Wind) через об'єкт-пустушку. Досліджуйте вплив вітру та його сили (strength) на частинки та тканину.

Підказка.

Виконайте завдання використовуючи інформацію викладену в підрозділі 3.2.

3.4 Зміст звіту

Звіт повинен містити:

- титульний лист;
- мета роботи;
- короткі теоретичні відомості, необхідні для виконання лабораторної роботи;
- результати виконання роботи;
- висновок.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Ляковська, Соломія. Основи 3D-моделювання: навчальний посібник/ Соломія Ляковська, Євген Мартин. – Львів: Вид-во ЛДУБЖД, 2022. – 283с. Бібліогр.: с. 282.

2. Press, Aric Mills. Blender 3D Practical Guide 2025-2026: Modeling, Texturing, and Rendering / Aric Mills Press. – Independently published, 2025. - 307 p.

3. Brito, Allan. Blender 3.2 for architecture: Modeling and rendering with Eevee and Cycles / Allan Brito. – Independently published, 2022. - 267 p.

4. Home of the Blender project [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://www.blender.org/>.

5. Blender 4.4 Довідник [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://docs.blender.org/manual/uk/latest/index.html>.

6. Blender/Стартовий посібник [Електронний ресурс]: - Режим доступу:

https://uk.wikibooks.org/wiki/Blender/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%80%D1%82%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9_%D0%BF%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA

7. Найкраще програмне забезпечення для створення моделей для 3D-друку — докладний посібник [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://3d4u.com.ua/uk/blog/post/125-best-software-for-creating-3d-printing-models-comprehensive-guide?srsltid=AfmBOoptFF3W5XLW8372dV1zM6YM3rpl5mS0OQnlSfPKwqt85hQdF2L7>.

8. Filmmaking with Blender: Create Your Own Animated Short Film [Електронний ресурс]: - Режим доступу: <https://www.skillshare.com/en/classes/filmmaking-with-blender-create-your-own-animated-short-film/953256124?srsltid=AfmBOoqJdhzM7kFOhDvEXqK44SmzoZvmgVVe0n5gLNHIFQGEMPkDEQtO>