

Міністерство освіти і науки України

Комунальний заклад Львівської обласної ради

«Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти»

**Інноваційне та традиційне**  
**у педагогічних технологіях навчання**  
**фізики й астрономії**  
**в сучасній українській школі**

**Посібник для вчителів**

**Львів**  
**2022**

**УДК 373.5.091:53:52(07)**

*Рекомендовано до друку науково-методичною радою  
КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти»  
(протокол № від . 01. 2022)*

**Укладачі:**

**Андрій Бурий** – учитель фізики та математики ліцею №2 Дрогобицької міської ради, учитель-методист, кандидат філософських наук, доцент;

**Олена Цогла** – доцент кафедри природничо-математичної освіти КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти», кандидат економічних наук, куратор авторської творчої майстерні.

**Рецензенти:**

**Богдан Мелех** – доктор фізико-математичних наук, завідувач кафедри астрофізики Львівського національного університету імені Івана Франка;

**Галина Марчук** – учитель-методист ліцею імені Богдана Лепкого Дрогобицької міської ради, директор Центру професійного розвитку педагогічних працівників відділу освіти виконавчих органів Дрогобицької міської ради.

**Інноваційне та традиційне у педагогічних технологіях навчання фізики й астрономії в сучасній українській школі. Посібник для вчителів / Укладачі Андрій Бурий, Олена Цогла. – Львів: КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти», 2022. – 145 с. ; іл.**

Пропонований посібник укладено за результатами роботи однойменної авторської творчої майстерні, створеної рішенням вченої ради ЛОШПО у 2020 році.

Видання містить різнопланові доробки педагогів Львівщини у царині композиції традицій та інноватики у викладанні фізики й астрономії: проекти, аналіз олімпіадних завдань, розробки уроків і презентації до них, теоретичні публікації.

Посібник адресований слухачам курсів підвищення кваліфікації й усім, хто цікавиться викладанням фізико-математичних дисциплін у школі.

© А.Р. Бурий, О.О. Цогла (укладання), 2022

© КЗ ЛОР ЛОШПО, 2022

## ЗМІСТ

<i>Олена Цогла</i> <b>ВСТУП.....</b>	<b>4</b>
<i>Андрій Бурій</i> <b>РОЗВ'ЯЗАННЯ ОКРЕМИХ ЗАДАЧ II ЕТАПУ ОЛІМПІАДИ З АСТРОНОМІЇ СЕРЕД ШКОЛЯРІВ ЛЬВІВЩИНИ 2012-2019 РОКІВ.....</b>	<b>6</b>
<i>Олена Цогла</i> <b>ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ШЛЯХ ДО ЦІКАВОГО, ДОСТУПНОГО УРОКУ ФІЗИКИ Й АСТРОНОМІЇ.....</b>	<b>24</b>
<i>Роман Хлопик</i> <b>ФІЗИКА – ЦЕ СИЛА!!!.....</b>	<b>29</b>
<i>Андрій Юрків</i> <b>ДВІ ВАРІАЦІЇ НА ТЕМУ ВАГОВОГО ТИСКУ.....</b>	<b>49</b>
<i>Надія Павловська</i> <b>РОЛЬ ПРАКТИЧНИХ ФАКУЛЬТАТИВНИХ ЗАНЯТЬ У ВИВЧЕННІ КУРСУ ФІЗИКИ.....</b>	<b>58</b>
<i>Олеся Федуняк</i> <b>АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАПЕРОВИХ ЛІТАЧКІВ (учнівський проект).....</b>	<b>77</b>
<i>Людмила Черхавська</i> <b>ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ СТІЛОК ГОДИННИКА ВЕЖІ ДРОГОБИЦЬКОЇ РАТУШІ (учнівський проект).....</b>	<b>101</b>
<i>Леся Павлюх</i> <b>STEM-ОСВІТА І ВИКЛИКИ ЧАСУ.....</b>	<b>126</b>
<i>Ірина Ворощак</i> <b>ІННОВАЦІЙНЕ ТА ТРАДИЦІЙНЕ НА УРОКАХ ФІЗИКИ.....</b>	<b>137</b>

## ВСТУП

У сьогочасному світі щоразу очевиднішим є те, що традиційна система освіти, зорієнтована на передавання знань, умінь і навичок, не встигає за темпами їхнього нарощування та потребує посиленого реформування відповідно до вимог часу. Вагомою особливістю сучасної системи освіти є співіснування інноваційного та традиційного у педагогічних технологіях навчання. Сьогодні потребує змінювати навчальний процес на плідну, творчу, конструктивну, взаємозацікавлену співпрацю, синтез навчання та самонавчання, пізнання та діяльності, мотивації й інтересу, освоєння набутого досвіду та продукування нового.

Нинішня українська система освіти не вперше стає на шлях свого докорінного реформування й оптимізації. Концепцією Нової української школи та нового Закону про освіту визначено ключові засади глобальної реформи освітньої сфери, які орієнтовані на формування бажання особистості до динамічних змін у соціумі за рахунок розвитку здібностей до творчості, різноманітних форм мислення, а також здатності до співробітництва з іншими людьми.

Запропонований посібник розроблено відповідно до навчальної програми авторської творчої майстерні «Інноваційне та традиційне у педагогічних технологіях навчання фізики й астрономії в сучасній українській школі».

Мета створення посібника – ознайомити усіх, хто цікавиться викладанням фізико-математичних дисциплін у школі, з узагальненими й систематизованими доробками педагогів Львівщини у сфері синтезу інноваційного та традиційного у педагогічних технологіях навчання.

Посібник, розроблений з урахуванням найкращого досвіду провідних педагогів Львівщини, буде корисним як тим, хто вже працює в середній школі та цікавиться викладанням фізико-математичних дисциплін, так і тим, хто тільки на початку шляху.

Увага авторів Олесі Федуняк та Людмили Черхавської акцентована на розробці неординарних учнівських проектів. Андрій Бурий засвідчує, що оволодіння знаннями з астрономії вимагає особливої наполегливості й виразного

бачення кінцевого результату та представляє розв’язання окремих задач олімпіади з астрономії серед школярів Львівщини. Оленою Цоглою представлено добірку загальнодоступних та цікавих прийомів візуалізації, які при вмілому застосуванні дадуть змогу зробити уроки фізики й астрономії вражаючими, ненудними і незабутніми. Романом Хлопиком та Андрієм Юрківим запропоновані розробки уроків і презентації до них, які дають змогу зацікавити учнів фізикою, дати уявлення про її зв’язки з іншими науками. Розвитку пізнавальної активності та шляхів поглиблення знань, через використання у педагогічній практиці факультативних занять присвячена робота Надії Павловської. Теоретичні публікації Лесі Павлюх та Ірини Ворощак присвячені використанню STEM-навчання, а також інноваційного та традиційного на уроках фізики й астрономії.

Матеріали посібника можуть бути використані викладачами фізики та астрономії у процесі їхньої педагогічної діяльності.

**Олена Цогла,  
кураторка творчої майстерні**

# РОЗВ'ЯЗАННЯ ОКРЕМИХ ЗАДАЧ II ЕТАПУ ОЛІМПІАДИ З АСТРОНОМІЇ СЕРЕД ШКОЛЯРІВ ЛЬВІВЩИНИ 2012-2019 РОКІВ

**Бурий Андрій Романович,**  
учитель-методист ліцею № 2 Дрогобицької міської ради,  
вчитель вищої кваліфікаційної категорії,  
кандидат філософських наук, доцент

Проведення олімпіад з природничих дисциплін має чітку мету: стимулювати зацікавленість школярів наукою, виявляти найталановитіших та найобдарованіших учнів, сприяти їхньому життєвому та професійному самовизначенню й самоусвідомленню. Зараз, коли в Україні спостерігається стійке (і, сподіваємося, тимчасове) зниження інтересу до природничо-наукової освіти, це питання набуває особливої значущості.

Проголошена і впроваджувана Міністерством освіти і науки України реформа, яка висуває на передній план компетентнісний підхід, що передбачає уміння учня застосовувати знання на практиці, безумовно, враховує і той факт, що спочатку ці знання потрібно мати. А оволодіння знаннями з астрономії вимагає особливої наполегливості й виразного бачення кінцевого результату.

Характерна риса багатьох шанувальників астрономії полягає, зокрема, у тому, що вони захоплені переважно споглядальним виміром цієї найдавнішої науки, тож подекуди нехтують її аналітичним апаратом і глибоким фізичним змістом. Відтак перед учителями-предметниками й керівниками астрономічних факультативів постає завдання не лише переорієнтувати астрономів-аматорів: від невдумливого перегортання книг з кольоровими картинками нічного неба – до поглибленого вивчення предмету через фізику й математику, але й переконати у важливості їхнього зацікавлення для майбутнього нашої країни, розвиток і поступ якої немислимий без фахівців у сфері фундаментальних наук.

**№ 1.** Мандрівка уздовж меридіана протяжністю в одну морську милю (**1852 м**) відповідає зміні географічної широти на **1'**. Визначте діаметр Землі, вважаючи її форму кулястою.

Розв'язання:

знаємо зв'язок між довжиною дуги й центральним кутом:

$$l = R\alpha, [\alpha] - \text{рад.}$$

Маємо:

$$\alpha = 1' = \frac{1}{60}^\circ;$$

$$l = 1852 \text{ м.}$$

Подамо зміну географічної широти у радіанах, використавши для зручності нескладну пропорцію:

$$180^\circ - \pi \text{ рад,}$$

$$\frac{1}{60}^\circ - x \text{ рад,}$$

звідки знаходимо, що

$$x = \frac{\pi \cdot \frac{1}{60}^\circ}{180^\circ} = \frac{\pi}{180 \cdot 60} = \frac{\pi}{10800} \text{ (рад).}$$

У підсумку отримаємо:

$$R_{\oplus} = \frac{l}{\alpha} = \frac{1852}{\frac{\pi}{10800}} = \frac{1852 \cdot 10800}{3,14} = 6369936 \approx 6,36 \cdot 10^6 \text{ (м),}$$

$$d_{\oplus} \approx 12,74 \cdot 10^6 \text{ (м).}$$

Зауважимо, що можна скористатися й таким способом:

$$180^\circ - \text{ціле коло,}$$

$$180^\circ = 2\pi R \text{ (довжина кола Землі), тоді } 1' \text{ становить}$$

$$\frac{1'}{360^\circ} = \frac{1}{360 \cdot 60'} = \frac{1}{21600} \text{ частину кола.}$$

$$\frac{1}{21600} \cdot 2\pi R_{\oplus} = 1852;$$

$$\pi d_{\oplus} = 21600 \cdot 1852, \text{ звідси } d_{\oplus} \approx 12,74 \cdot 10^6 \text{ (м).}$$

**№ 2.** Зорю Сіріус у верхніх кульмінаціях спостерігали у двох пунктах (один із них розташований на екваторі) з різницею в часі у **2 години**. При цьому її висота над горизонтом становила **73°** і **78°**. Знайдіть приблизну відстань між пунктами спостереження.

Розв'язання:

$$h_{\text{BK}_1} = (90^\circ - \varphi_1) + \delta,$$

$$h_{\text{BK}_2} = (90^\circ - \varphi_2) + \delta,$$

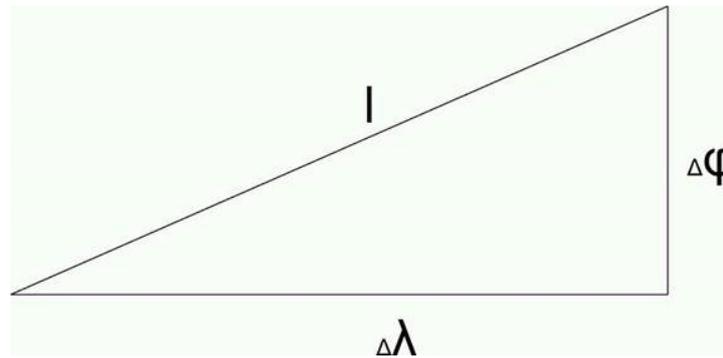
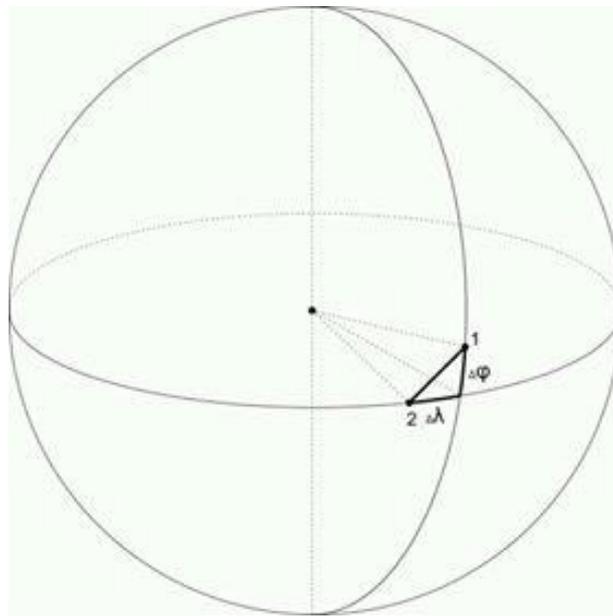
$\varphi_2 = 0$ , (бо пункт спостереження міститься на екваторі);

$$h_{\text{BK}_2} - h_{\text{BK}_1} = \varphi_1 - \varphi_2;$$

$$5^\circ = \varphi_1 - \varphi_2; \Delta\varphi = 5^\circ.$$

Позаяк різниця в часі 1 год відповідає різниці довготи  $15^\circ$ , то  $\Delta\lambda = 30^\circ$ .

Знаючи довжину земного меридіана, а також зміну географічної довготи ( $\Delta\lambda$ ) й широти ( $\Delta\varphi$ ), можна знайти лінійні відстані  $x$  та  $y$ , які їм відповідають (див. рис.):



$$L = 2\pi R_{\oplus} = 2 \cdot 3,14 \cdot 6,371 \cdot 10^6 \approx 40 \cdot 10^6 \text{ (м)};$$

$$360^\circ - 40 \cdot 10^6,$$

$$5^\circ - x;$$

$$x = \frac{5 \cdot 40 \cdot 10^6}{360} = \frac{5}{9} \cdot 10^6 \text{ (м)};$$

$$360^\circ - 40 \cdot 10^6,$$

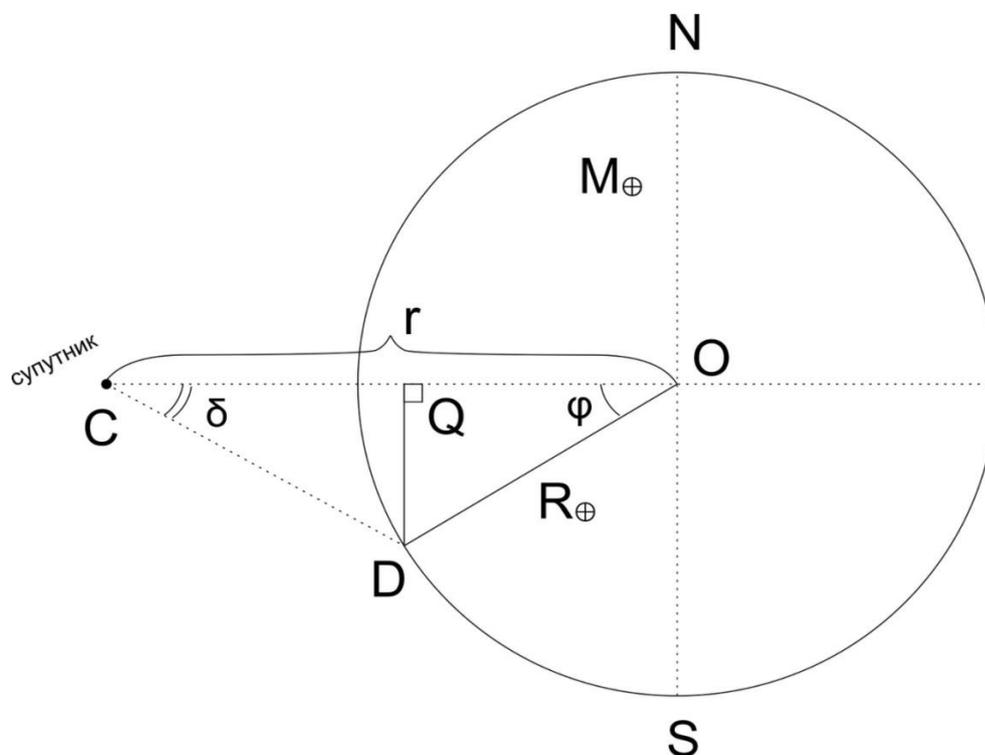
$$30^\circ - y;$$

$$y = \frac{30 \cdot 40 \cdot 10^6}{360} = \frac{10}{3} \cdot 10^6 \text{ (м)};$$

$$l = \sqrt{\left(\frac{5}{9} \cdot 10^6\right)^2 + \left(\frac{10}{3} \cdot 10^6\right)^2} = 10^6 \sqrt{\frac{25}{81} + \frac{100}{9}} \approx 2 \cdot 10^6 \text{ (м)}.$$

**№ 3.** Мис Доброї Надії – таку назву має географічний об'єкт, який у 1488 р. відкрив португальський мореплавець Бартоломеу Діаш. Географічні координати об'єкта:  $34^\circ 21' 32''$  пд. ш.,  $18^\circ 28' 21''$  сх. д. Розрахуйте схилення геостационарного супутника над меридіаном Мису Доброї Надії.

Розв'язання:



Знайдемо спочатку відстань  $r$  від центра Землі до супутника.

Нехай  $m$  – маса супутника, тоді, скористаючись законом всесвітнього тяжіння та другим законом Ньютона, матимемо:

$$F = G \frac{M_{\oplus} m}{r^2};$$

$$F = ma = m \frac{v^2}{r} = m \frac{\left(\frac{2\pi r}{T}\right)^2}{r} = m \frac{4\pi^2 r^2}{T^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2};$$

$$G \frac{M_{\oplus} m}{r^2} = m \frac{4\pi^2 r}{T^2};$$

$$4\pi^2 r^3 = GM_{\oplus} T^2;$$

$$r = \sqrt[3]{\frac{GM_{\oplus} T^2}{4\pi^2}} = \sqrt[3]{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24} \cdot 86400}{4 \cdot 3,14^2}} \approx 42,26 \cdot 10^6 (\text{м}).$$

З  $\triangle OQD$  ( $\angle OQD = 90^\circ$ ):

$$\cos \varphi = \frac{OQ}{OD};$$

$$OQ = OD \cos \varphi = R_{\oplus} \cos \varphi = 6,371 \cdot 10^6 \cos 34^\circ 21' \approx 5,3 \cdot 10^6 (\text{м});$$

$$CQ = r - OQ = 42,26 \cdot 10^6 - 5,3 \cdot 10^6 = 36,96 \cdot 10^6 (\text{м}).$$

З того самого трикутника  $OQD$ :

$$\sin \varphi = \frac{DQ}{OD};$$

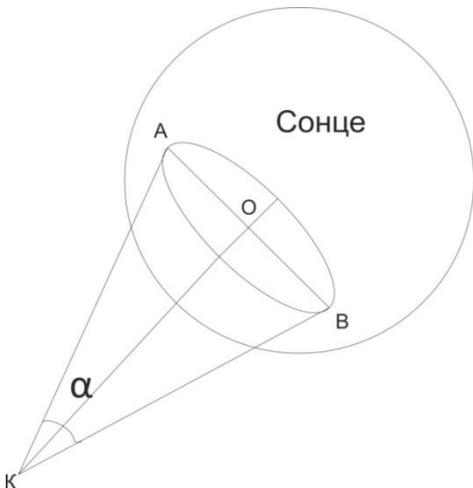
$$DQ = OD \sin \varphi = R_{\oplus} \sin \varphi = 6,371 \cdot 10^6 \sin 34^\circ 21' \approx 3,6 \cdot 10^6 (\text{м}).$$

З  $\triangle CQD$  ( $\angle CQD = 90^\circ$ ):

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{DQ}{CQ} = \frac{3,6 \cdot 10^6}{36,96 \cdot 10^6} = \frac{360}{3696} \approx 0,097;$$

$$\delta \approx 5,54^\circ.$$

**№ 4.** Доведіть, що розміри плям на Сонці, які людина здатна розгледіти неозброєним оком, перевищують розміри Землі. Вважайте, що роздільна здатність ока людини  $2'$ .



Розв'язання: нехай  $KO = a_{\oplus} = 1 \text{ а.о.} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$  – відстань від спостерігача  $K$  до плями на Сонці, кут  $\alpha = 2'$ :

З  $\triangle KOB$  ( $\angle KOB = 90^\circ$ ):

$$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = \frac{OB}{OK}; OB = OK \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2};$$

$$OB = 1,5 \cdot 10^{11} \cdot \operatorname{tg} \left( \frac{1}{60} \right)^\circ \approx 21,8 \cdot 10^6 (\text{м}),$$

а це значно перевищує земний радіус, що й потрібно було довести.

**№ 5.** На орбітальній станції космонавти вирішили відсвяткувати Новий рік при свічках. Відомо, що на Землі свічка згоряє за **3 години**. Скільки часу вона горітиме на станції? Відповідь обґрунтуйте.

Розв'язання: вона не горітиме зовсім, оскільки через відсутність вагового тиску не відбуватиметься конвекція повітря.

**№ 6.** Мандрівник випадково опинився в одній з полярних зон Землі. Погода вночі ясна, але він не знає зоряного неба. Як йому дізнатись про те, у якій півкулі Землі – північній чи південній – він перебуває?

Розв'язання: це можна зробити, спостерігаючи протягом певного часу за рухом певного небесного світила. Для мандрівника у північній півкулі Землі небесна сфера «обертатиметься» за годинниковою стрілкою, у південній – це обертання здається протилежним. Найбільш наочно це явище спостерігається у полярних зонах.

**№ 7.** Розрахуйте швидкість і доцентрове прискорення точок земної поверхні, розташованих на Північному полюсі, на широті Львова (**50° пн. ш.**) й на екваторі. Вважайте, що Земля має сферичну поверхню з радіусом **6400 км**. Що ви знаєте про справжню форму нашої планети?

Розв'язання: точка на полюсі не бере участі в обертальному русі планети, тож її лінійна швидкість та доцентрове прискорення дорівнюють нулю.

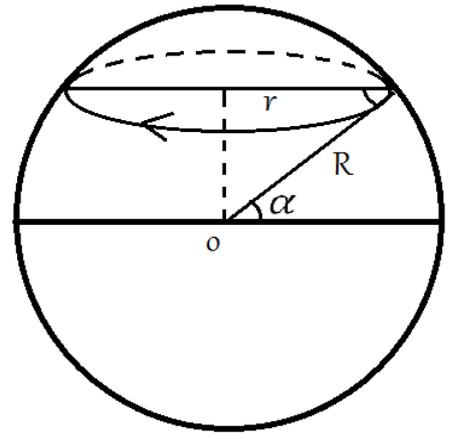
Точка на екваторі описує коло, радіус якого дорівнює радіусу Землі, тоді лінійна швидкість обертання  $v = \frac{2\pi R}{T}$ , де  $T = 24 \text{ год} = 86400 \text{ с}$  – період обертання Землі навколо власної осі; доцентрове прискорення  $a = \frac{v^2}{R}$ .

Точка на широті Львова описує коло радіусом  $r = R \cos \varphi$ . Тоді лінійна швидкість обертання  $v = \frac{2\pi R \cos \varphi}{T}$ , доцентрове прискорення  $a = \frac{v^2}{R \cos \varphi}$ .

При розв'язуванні багатьох задач припускається, що Земля є однорідною кулею. При розв'язуванні задач, для яких необхідне точніше знання розмірів і форми нашої планети, Земля вважається еліпсоїдом обертання з неоднорідним розподілом мас. Така форма має назву *геоїда*.

**№ 8.** З якою швидкістю повинен летіти літак з Києва вздовж паралелі  $50^\circ$  пн. ш., щоб прибути в пункт призначення о тій самій годині, о котрій він вилетів.

Розв'язання: щоб таке сталося, літак повинен летіти зі швидкістю обертання Землі навколо її осі, але у протилежному напрямку.



$$v = \frac{2\pi r}{T};$$

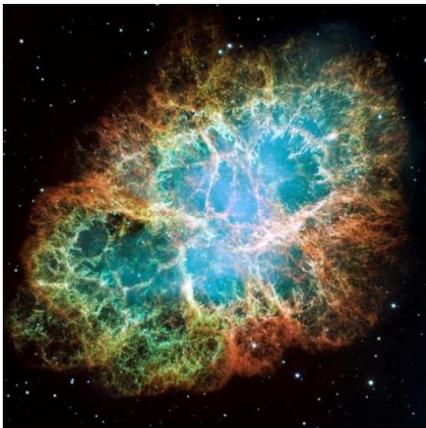
$$v = \frac{2\pi R \cos \alpha}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 6,371 \cdot 10^6 \cdot \cos 50^\circ}{86400} \approx$$

$$\approx 300 \left(\frac{m}{c}\right).$$

**№ 9.** Видимі розміри об'єкта **M 1** з каталогу Мессьє (див. фото) дорівнюють  $420'' \times 290''$ , а відстань до нього становить **2 кпк**. Оцініть лінійні розміри об'єкта. Що вам відомо про цей об'єкт і про каталог Мессьє?

Розв'язання: за умовою,  $\alpha = 420''$ ,  $\beta = 290''$ , тоді з геометричних міркувань лінійні розміри туманності можна визначити так:

$$d_1 = 2rtg \frac{\alpha}{2}, d_2 = 2rtg \frac{\beta}{2}.$$



**Крабоподібна туманність (M1)** – «залишок» від спалаху Наднової, що стався 1054 року. У центрі туманності міститься нейтронна зоря. M1 – один із найвідоміших космічних об'єктів. Згадки про появу в цьому місці дуже яскравої зірки збереглися в китайських хроніках. M1 простягається в сузір'ї Тельця. У темні безхмарні безмісячні ночі її можна

побачити за допомогою звичайного бінокля.

**Каталог Мессьє** – список із 110 астрономічних об'єктів, складений французьким астрономом Шарлем Мессьє в останній третині XVIII століття. Мессьє «полював» за кометами й мав на меті скласти каталог нерухомих туманностей і зоряних скупчень, які можна було сплутати з кометами. Так до каталогу потрапили різноманітні астрономічні об'єкти: галактики, кульові скупчення, туманності, розсіяні скупчення. Природи більшості цих об'єктів у часи

Мессьє не знали. Перше видання каталогу містило об'єкти М1 – М45. Для багатьох об'єктів наданий Мессьє номер дотепер залишається основною назвою.

**№ 10.** Знайдіть перигелійну й афелійну відстані, сидеричний і синодичний періоди, колову швидкість малої планети Поезії за такими даними: велика піввісь орбіти **3,12 а.о.**, її ексцентриситет **0,144**.

Розв'язання:

$$r_{\text{п}} = a(1 - e) = 3,12 \cdot (1 - 0,144) \approx 2,67 \text{ (а.о.)},$$

$$r_{\text{а}} = a(1 + e) = 3,12 \cdot (1 + 0,144) \approx 3,56 \text{ (а.о.)},$$

$$T = a\sqrt{a}; T = 3,12\sqrt{3,12} \approx 5,51 \text{ (років)};$$

$$v_{\text{с}} = \frac{2\pi a}{T} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 3,12}{5,51} \approx 3,56 \left( \frac{\text{а.о.}}{\text{рік}} \right);$$

$$v_{\text{с}} = \frac{3,56 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{365,25 \cdot 86400} \approx 16900 \left( \frac{\text{м}}{\text{с}} \right).$$

$$\frac{1}{S} = \pm \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}} \right); \frac{1}{S} = - \left( \frac{1}{T} - 1 \right) \text{ (для зовнішньої планети)};$$

$$S = \frac{T}{T - 1} = \frac{5,51}{5,51 - 1} \approx 1,22 \text{ (років)}.$$

**№ 11.** Комета Чурюмова – Герасименко рухається навколо Сонця з великою піввіссю **1,285 а.о.** й ексцентриситетом **0,633**. Обчисліть сидеричний період комети, її перигелійну й афелійну відстані.

Розв'язання:

$$e = \frac{c}{a} = \frac{a - r_{\text{п}}}{a};$$

$$a - r_{\text{п}} = ae;$$

$$r_{\text{п}} = a(1 - e) = 1,285(1 - 0,633) \approx 0,47 \text{ (а.о.)};$$

$$r_{\text{а}} = 2a - r_{\text{п}} = 2 \cdot 1,285 - 0,47 \approx 1,87 \text{ (а.о.)};$$

За спрощеним III-ім законом Кеплера:

$$T = a\sqrt{a} = 1,285\sqrt{1,285} \approx 1,45 \text{ (років)}.$$

**№ 12.** Шостий супутник Сатурна – Титан – обертається навколо планети з періодом **15,945 доби** і перебуває від неї на середній відстані  **$1,222 \cdot 10^8$  км**. Третій супутник Урана – Титанія – здійснює обертання навколо планети з періодом **8 діб** **16,82 год** на середній відстані від неї  **$4,39 \cdot 10^5$  км**. У скільки разів маса Сатурна більша від маси Урана?

Розв'язання: за умовою,  $T_1 = 15,945$  доби,  $a_1 = 1,222 \cdot 10^8$  км;

$T_2 = 8$  діб  $16,82$  год,  $a_2 = 4,39 \cdot 10^5$  км.

Уведемо позначення:

$M_1$  – маса Сатурна,

$m_1$  – маса Титана,

$M_2$  – маса Урана,

$m_2$  – маса Титанії.

Подавши сидеричний період Титанії в добах, скористаємося узагальненим III-ім законом Кеплера. При цьому вважатимемо, що маси супутників набагато менші від мас їхніх планет.

$$T_2 = 8 \text{ діб} + \frac{16,82}{24} \text{ доби} \approx 8,7 \text{ діб.}$$

$$\frac{T_1^2(M_1 + m_1)}{T_2^2(M_2 + m_2)} = \frac{a_1^3}{a_2^3}.$$

З урахуванням того, що  $m_1 \ll M_1, m_2 \ll M_2$ , отримаємо:

$$\frac{T_1^2 M_1}{T_2^2 M_2} = \frac{a_1^3}{a_2^3};$$

$$\frac{M_1}{M_2} = \frac{T_2^2 a_1^3}{T_1^2 a_2^3} = \frac{8,7^2 \cdot (1,222 \cdot 10^8)^3}{15,945^2 \cdot (4,39 \cdot 10^5)^3} \approx 6,42 \cdot 10^6 \text{ (разів).}$$

**№ 13.** Певного року найкращі умови видимості Юпітера припадали на жовтень – листопад. У які місяці видимість Юпітера буде найкращою наступного року, якщо велика піввісь орбіти цієї планети дорівнює **5,2 а.о.?**

Розв'язання:

$$T = a\sqrt{a} = 5,2\sqrt{5,2} = 11,86 \text{ (років);}$$

$$\frac{1}{s} = \pm\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_{\oplus}}\right);$$

$$\frac{1}{S} = -\left(\frac{1}{T} - 1\right);$$

$$\frac{1}{S} = 1 - \frac{1}{T};$$

$$\frac{1}{S} = \frac{T - 1}{T};$$

$$S = \frac{T}{T - 1} = \frac{11,86}{11,86 - 1} = 1,09 \text{ (років)};$$

$$0,09 \text{ років} = 0,09 \cdot 365,25 = 32,8 \text{ (доби)}.$$

Отже, у листопаді – грудні наступного року можна очікувати найкращих умов видимості Юпітера.

**№ 14.** На скільки часу за добу відстане маятниковий годинник на Марсі, якщо радіус планети  $R_{\text{♂}} = 0,53R_{\oplus}$ , а маса –  $M_{\text{♂}} = 0,11M_{\oplus}$ .

Розв'язання: для визначення періоду коливань математичного маятника скористаємося формулою Гюйгенса:  $T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$ .

$$g_{\text{♂}} = G \frac{M_{\text{♂}}}{R_{\text{♂}}^2} = G \frac{0,11M_{\oplus}}{(0,53R_{\oplus})^2} = \frac{0,11g_{\oplus}}{0,53^2};$$

$$T_{\oplus} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\oplus}}};$$

$$T_{\text{♂}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{♂}}}};$$

$$\frac{T_{\text{♂}}}{T_{\oplus}} = \frac{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\text{♂}}}}}{2\pi \sqrt{\frac{l}{g_{\oplus}}}} = \sqrt{\frac{g_{\oplus}}{g_{\text{♂}}}} = \sqrt{\frac{g_{\oplus}}{\frac{0,11g_{\oplus}}{0,53^2}}} = \sqrt{\frac{0,53^2}{0,11}} \approx 1,598.$$

Тобто на Марсі для цього годинника доба «триватиме» не 24 години, а  $24 \text{ год} \cdot 1,598 = 38,352 \text{ години}$ . Отже, годинник відстане (порівняно з таким самим годинником на Землі) на  $\Delta t = 24(1,598 - 1) = 14,352 \text{ (год)}$ .

$$\Delta t = 14 \text{ годин } 21 \text{ хвилина } 7,2 \text{ секунд}.$$

**№ 15.** Визначте тривалість доби на планеті, радіус якої **удвічі** менший від радіуса Землі, маса у **8 разів** менша за масу Землі, а пружинні ваги на екваторі показують вагу **на 1%** меншу, ніж на полюсі.

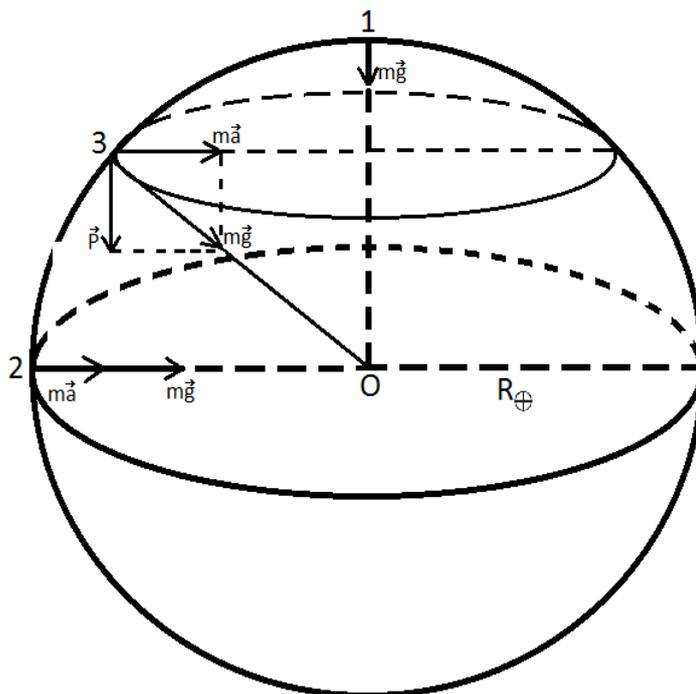
Розв'язання:

вага на полюсах (точка 1):

$$P_{\text{пол}} = mg;$$

вага на екваторі (точка 2):

$$P_{\text{екв}} = mg - ma.$$



За умовою,  $mg - ma = 0,99 mg$ ;

$$g - a = 0,99 g;$$

$$0,01g = a;$$

$$0,01 G \frac{M}{R^2} = \frac{v^2}{R};$$

$$0,01 G \frac{M}{R^2} = \frac{4\pi^2 R}{T^2};$$

$$T = \sqrt{\frac{4\pi^2 R^3}{0,01GM}} = \frac{2\pi}{0,1} \sqrt{\frac{R^3}{GM}} = 20\pi \sqrt{\frac{\frac{1}{8}R_{\oplus}^3}{G\frac{1}{8}M_{\oplus}}} = 20\pi R_{\oplus} \sqrt{\frac{R_{\oplus}}{GM_{\oplus}}} =$$

$$= 20 \cdot 3,14 \cdot 6,371 \cdot 10^6 \sqrt{\frac{6,371 \cdot 10^6}{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}} \approx 2529 \text{ (с);}$$

$$T = 2529 \text{ с} = 42,15 \text{ хв} = 42 \text{ хв } 9 \text{ с.}$$

**№ 16.** 31 березня 1966 року було здійснено запуск ракети-носія, що вивела на траєкторію польоту на Місяць автоматичну міжпланетну станцію «Луна-10». 3 квітня 1966 року АМС уперше у світі вийшла на орбіту навколо Місяця. Параметри орбіти були такими: період обертання  $2^{\text{h}}58^{\text{m}}15^{\text{s}}$ , висота периселенію **350 км**, висота апоселенію **1000 км**. За цими даними розрахуйте масу Місяця (в кілограмах).

Розв'язання: нехай  $h$  – висота периселенію,  $H$  – висота апоселенію. Урахувавши радіус Місяця ( $R = 1,737 \cdot 10^6$  м), отримаємо велику піввісь селеноцентричної орбіти супутника:

$$a = \frac{h + H + 2R}{2},$$

тоді, маючи період обертання ШСМ у секундах, застосуємо уточнений Ньютоном III-ій закон Кеплера:

$$\frac{T^2(M + m)}{a^3} = \frac{4\pi^2}{G}.$$

Знехтувавши масою ШСМ (порівняно з масою Місяця), знайдемо шукану масу:

$$M + m = \frac{4\pi^2 a^3}{GT^2}.$$

**№ 17.** Щороку на початку січня Земля перебуває на найменшій відстані до Сонця **147,1 млн км**. Обчисліть витягнутість земної орбіти і найбільшу відстань від Землі до Сонця.

Розв'язання:

Перший спосіб

$$r_{\text{п}} + r_{\text{а}} = 2a;$$

$$r_{\text{а}} = 2a - r_{\text{п}} = 2 \cdot 150 - 147,1 = 152,9 \text{ (млн. км);}$$

$$e = \frac{c}{a} = \frac{a - r_{\text{п}}}{a} = \frac{150 - 147,1}{150} \approx 0,019.$$

Другий спосіб

$$r_{\text{а}} = a + c;$$

$$r_{\text{п}} = a - c.$$

Віднявши ці рівняння, отримаємо:

$$r_a - r_n = 2c;$$

$$e = \frac{c}{a}, c = ae$$

$$r_a - r_n = 2ae.$$

**№ 18.** Середня відстань супутника від поверхні Землі **1700 км**. Знайдіть його швидкість і період обертання.

Розв'язання:  $h = 1,7 \cdot 10^6$  м;  $R_{\oplus} = 6,371 \cdot 10^6$  м;  $M_{\oplus} = 5,976 \cdot 10^{24}$  кг.

$$F = G \frac{M_{\oplus} m}{(R_{\oplus} + h)^2}; F = ma = m \frac{v^2}{R_{\oplus} + h}$$

$$G \frac{M_{\oplus} m}{(R_{\oplus} + h)^2} = m \frac{v^2}{R_{\oplus} + h};$$

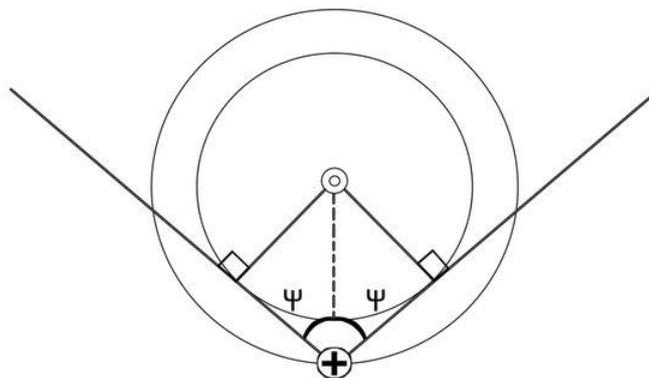
$$G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus} + h} = v^2;$$

$$v = \sqrt{G \frac{M_{\oplus}}{R_{\oplus} + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 5,976 \cdot 10^{24}}{6,371 \cdot 10^6 + 1,7 \cdot 10^6}} \approx 7027 \left(\frac{\text{м}}{\text{с}}\right);$$

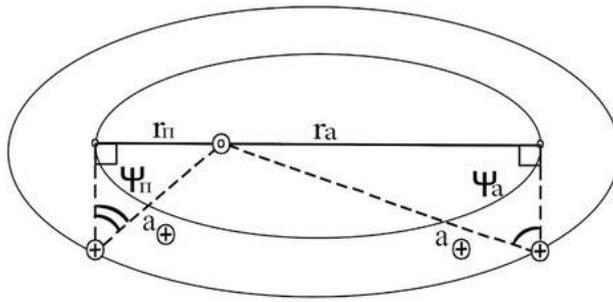
$$T = \frac{2\pi(R_{\oplus} + h)}{v} = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot (6,371 \cdot 10^6 + 1,7 \cdot 10^6)}{7027} \approx 7213 \text{ (с)}.$$

**№ 19.** Найбільша елонгація Меркурія внаслідок еліптичності його орбіти змінюється від **18°** до **28°**. Обчислити перигелій і афелій Меркурія, ексцентриситет та велику піввісь його орбіти, сидеричний і синодичний періоди.

Розв'язання: якщо орбіти Землі та Меркурія вважати коловими, тоді задачу розв'язати неможливо, адже видима зі Землі кутова відстань Меркурія від Сонця буде однаковою в обох елонгаціях (див. рис.).



Тому правильно вважати орбіти обох планет еліптичними, але прийняти, що у двох елонгаціях Меркурія відстань Землі від Сонця приблизно однакова:



$$\psi_n = 18^\circ,$$

$$\psi_a = 28^\circ;$$

$$\sin \psi_n = \frac{r_n}{a_\oplus}, r_n = a_\oplus \sin \psi_n = 1 \cdot \sin 18^\circ \approx 0,31 \text{ (a.o.)},$$

$$\sin \psi_a = \frac{r_a}{a_\oplus}, r_a = a_\oplus \sin \psi_a = 1 \cdot \sin 28^\circ \approx 0,47 \text{ (a.o.)};$$

$$r_n + r_a = 2a,$$

$$a = \frac{r_n + r_a}{2} = \frac{0,31 + 0,47}{2} = 0,39 \text{ (a.o.)};$$

$$T = a\sqrt{a} = 0,39\sqrt{0,39} \approx 0,24 \text{ (років)};$$

$$e = \frac{c}{a} = \frac{a - r_n}{a} = \frac{0,39 - 0,31}{0,39} = \frac{0,08}{0,39} = \frac{8}{39} \approx 0,2;$$

$$\frac{1}{S} = \pm \left( \frac{1}{T} - \frac{1}{T_\oplus} \right); \frac{1}{S} = \frac{1}{T} - 1 \text{ (для внутрішньої планети)};$$

$$S = \frac{T}{1 - T} = \frac{0,24}{1 - 0,24} \approx 0,32 \text{ (років)}.$$

**№ 20.** Чому дорівнює видима зоряна величина світила, блиск якого у **100 разів** слабший від блиску  $\alpha$  Візничого з видимою зоряною величиною **0,21**?

Розв'язання: за формулою Погсона маємо:

$$\frac{E_1}{E_2} = 100, \frac{E_1}{E_2} = 2,512^{m_2 - m_1};$$

$$2,512^{m_2 - 0,21} = 100;$$

$$\lg 2,512^{m_2 - 0,21} = \lg 100;$$

$$(m_2 - 0,21) \lg 2,512 = 2;$$

$$(m_2 - 0,21) \cdot 0,4 = 2;$$

$$m_2 - 0,21 = 5;$$

$$m_2 = 5,21.$$

**№ 21.** Видимі зоряні величини компонент подвійної зорі  $\gamma$  Андромеди дорівнюють  $2^m,38$  і  $5^m,08$ . Обчисліть зоряну величину системи.

Розв'язання: за формулою Погсона маємо:

$$E_1 = 2,512^{-m_1} = 2,512^{-2,38} \approx 0,112;$$

$$E_2 = 2,512^{-m_2} = 2,512^{-5,08} \approx 0,009;$$

$$E = E_1 + E_2 = 0,112 + 0,009 = 0,121;$$

$$E = 2,512^{-m}; \lg E = \lg 2,512^{-m}; \lg E = -m \cdot 0,4;$$

$$m = -\frac{\lg E}{0,4} = -\frac{\lg 0,121}{0,4} \approx 2,293.$$

**№ 22.** Обчисліть видиму зоряну величину подвійної системи, якщо видима зоряна величина першої компоненти  $3^m,5$ , а блиск другої компоненти слабший від блиску першої утричі.

Розв'язання: за умовою,  $m_1 = 3,5$ ;  $E_2 = \frac{1}{3}E_1$ .

За формулою Погсона маємо:

$$E_1 = 2,512^{-m_1} = 2,512^{-3,5} \approx 0,04;$$

$$E_2 = \frac{E_1}{3} = \frac{0,04}{3} \approx 0,013;$$

$$E = E_1 + E_2 = 0,04 + 0,013 = 0,053;$$

$$E = 2,512^{-m}; \lg E = \lg 2,512^{-m}; \lg E = -m \cdot 0,4;$$

$$m = -\frac{\lg E}{0,4} = -\frac{\lg 0,053}{0,4} \approx 3,19.$$

**№ 23.** Зоря Вега має видиму зоряну величину  $0^m$ . Яку зоряну величину мала б ця зоря, якби вона перебувала на відстані, у **1000 разів більшій**, ніж зараз? Чи можливо було б її побачити неозброєним оком?

Розв'язання:

$$r_2 = 1000r_1; m_1 = 0.$$

Абсолютна зоряна величина Веги не зміниться, тому

$$M_1 = M_2;$$

$$M_1 = m_1 + 5 - 5lgr_1; M_2 = m_2 + 5 - 5lgr_2;$$

$$m_1 + 5 - 5lgr_1 = m_2 + 5 - 5lgr_2;$$

$$0 + 5 - 5lgr_1 = m_2 + 5 - 5lgr_2;$$

$$-5lgr_1 = m_2 - 5lgr_2;$$

$$m_2 = 5lgr_2 - 5lgr_1 = 5(lgr_2 - lgr_1) = 5lg \frac{r_2}{r_1} = 5lg \frac{1000r_1}{r_1} = 5lg10^3 = 15.$$

Отже, зорі ми не побачимо (бо  $m > 6$ ).

**№ 24.** Обчисліть видиму зоряну величину компонент потрійної зорі, якщо її візуальний блиск дорівнює **3<sup>м</sup>,7**, друга компонента яскравіша від третьої у **2,8** разів, а перша яскравіша від третьої на **3<sup>м</sup>,32**.

Розв'язання:  $m = 3,7$ ;  $E_2 = 2,8E_3$ ;  $m_3 - m_1 = 3,32$ .

$$E = E_1 + E_2 + E_3;$$

$$\frac{E_1}{E_3} = 2,512^{m_3 - m_1} = 2,512^{3,32} \approx 21,3; E_1 = 21,3E_3;$$

$$E = 21,3E_3 + 2,8E_3 + E_3 = 25,1E_3;$$

$$E_3 = \frac{E}{25,1} \approx 0,0013;$$

$$E_3 = 2,512^{-m_3}; lgE_3 = lg2,512^{-m_3}; lgE_3 = -m_3 \cdot 0,4;$$

$$m_3 = -\frac{E_3}{0,4} = -\frac{lg0,0013}{0,4} \approx 7,215;$$

$$E_2 = 2,8 \cdot 0,0013 = 0,00364;$$

$$E_2 = 2,512^{-m_2}; lgE_2 = lg2,512^{-m_2}; lgE_2 = -m_2 \cdot 0,4;$$

$$m_2 = -\frac{E_2}{0,4} = -\frac{lg0,00364}{0,4} \approx 6,097;$$

$$E_1 = 21,3 \cdot 0,0013 = 0,02769;$$

$$E_1 = 2,512^{-m_1}; lgE_1 = lg2,512^{-m_1}; lgE_1 = -m_1 \cdot 0,4;$$

$$m_1 = -\frac{E_1}{0,4} = -\frac{lg0,02769}{0,4} \approx 0,069.$$

**№ 25.** Десять сонцеподібних зір зібрали і зробили одну білу зорю головної послідовності. Оцінити, як змінюється світність такої зорі, якщо її середня густина **утричі** менша від сонячної. Вважайте, що ефективна температура Сонця становить **6000 К**.

Розв'язання: за законом Стефана – Больцмана знайдемо відношення світностей зорі та Сонця.

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{\sigma 4\pi R^2 T^4}{\sigma 4\pi R_{\odot}^2 T_{\odot}^4} = \frac{R^2 T^4}{R_{\odot}^2 T_{\odot}^4};$$

$$M = 10M_{\odot}; \rho V = 10\rho_{\odot}V_{\odot};$$

$$\frac{1}{3}\rho_{\odot}V = 10\rho_{\odot}V_{\odot}; V = 30V_{\odot};$$

$$\frac{4}{3}\pi R^3 = 30 \cdot \frac{4}{3}\pi R_{\odot}^3; R = R_{\odot} \sqrt[3]{30};$$

$$\frac{L}{L_{\odot}} = \frac{(R_{\odot} \sqrt[3]{30})^2 T^4}{R_{\odot}^2 T_{\odot}^4} = \frac{\sqrt[3]{900} \cdot T^4}{T_{\odot}^4} = \frac{\sqrt[3]{900} \cdot 10000^4}{6000^4} = 74,5,$$

тобто світність зорі зросте у 74,5 раза.

**№ 26.** У 1751 році французький астроном Ніколя Луї де Лакай вивчав популяцію білих карликів в кулястому скупченні NGC 6397, що в сузір'ї Жертовника. Один із білих карликів популяції має такі параметри:

Радіус зорі, км	<b>6000</b>
Ефективна температура, К	<b>10000</b>
Маса зорі, кг	<b><math>1,99 \cdot 10^{30}</math></b>

Припустимо, що цей об'єкт пролітає крізь скупчення кометних ядер, кожне з яких має радіус **1 км** і густину  **$1 \frac{\text{г}}{\text{см}^3}$** . Скільки кометних ядер повинно впасти за добу на поверхню білого карлика, щоб його світність зросла на **100 %**? Чи вистачить цієї кількості ядер, щоб об'єкт вибухнув як Наднова типу Ia? Стала Стефана – Больцмана дорівнює  **$5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \text{К}^4}$** . Маса Сонця  $M_{\odot} \approx 2 \cdot 10^{30}$  кг.

Розв'язання:

світність білого карлика розраховуємо за законом Стефана – Больцмана:

$$L_1 = \sigma 4\pi R^2 T^4 = 5.76 \cdot 10^{-8} \cdot 4 \cdot 3.14 \cdot 36 \cdot 10^{12} \cdot 10^{16} \approx$$

$$\approx 2.56 \cdot 10^{23} \text{ (Вт)}.$$

Упродовж доби буде виділено енергії:

$$E = Lt = 2.56 \cdot 10^{23} \cdot 86400 \approx 2.21 \cdot 10^{28} \text{ (Дж)}.$$

Маса одного кометного ядра:

$$m = \rho V = \rho \frac{4}{3} \pi r^3 = 10^3 \cdot \frac{4}{3} \cdot 3.14 \cdot 10^9 \approx 4.19 \cdot 10^{12} \text{ (кг)}.$$

Щоб світність білого карлика подвоїлася, йому треба додатково надати енергію  $E = 2,21 \cdot 10^{28} \text{ (Дж)}$ .

При падінні кожного такого ядра на поверхню карлика вивільняється енергія:

$$E_{\text{п}} = mgh = m \cdot \frac{GM}{R^2} \cdot R = \frac{GMm}{R} = \frac{6.67 \cdot 10^{-11} \cdot 2 \cdot 10^{30} \cdot 4.19 \cdot 10^{12}}{6 \cdot 10^6} \approx 9,2 \cdot 10^{25} \text{ (Дж)}.$$

Отже, щоб ядра забезпечили зростання світності карлика удвічі, вони повинні щодоби падати у такій кількості:

$$n = \frac{E}{E_n} = \frac{2,21 \cdot 10^{28}}{9,2 \cdot 10^{25}} \approx 240.$$

Білий карлик вибухне як Наднова типу 1a лише тоді, коли його маса досягне межі Чандрасекхара<sup>1</sup>, тобто  $1,4M_{\odot}$ . З умови задачі випливає, що білий карлик уже має масу, яка приблизно дорівнює сонячній. Однак маса 240 кометних ядер становить  $1005,6 \cdot 10^{12} \text{ кг}$ , що набагато менше, ніж  $0,4M_{\odot}$  (маса, якої «не вистачає» карлику, щоб вибухнути). Отже, протягом однієї доби спалаху Наднової 1a не варто очікувати.

<sup>1</sup> Межа Чандрасекхара – найбільша теоретично можлива маса білого карлика. Приблизно дорівнює  $1,4M_{\odot}$ . Названа на честь Субрахманьяна Чандрасекхара, який теоретично передбачив існування такої межі (Нобелівська премія з фізики, 1983).

# ВІЗУАЛІЗАЦІЯ ЯК ШЛЯХ ДО ЦІКАВОГО, ДОСТУПНОГО УРОКУ ФІЗИКИ Й АСТРОНОМІЇ

**Цогла Олена Орестівна,**

доцентка кафедри природничо-математичної освіти  
КЗ ЛОР «Львівський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти»,  
кандидат економічних наук,  
куратор авторської творчої майстерні

Об'єм інформації, що має отримувати кожен учень у школі, не відповідає кількості навчального часу. Програму з фізики чи астрономії не кожен школяр може засвоїти хоча б на достатньому рівні. Завдання вчителя полягає в тому, щоб складне і недоступне зробити простим і зрозумілим, громіздке – компактним, об'ємне – лаконічним, фрагментальне – цілим. Саме тому запровадження візуалізації навчального матеріалу в освітній процес є необхідністю, що продиктована вимога сьогодення. Для сучасного вчителя фізики та астрономії – це креативність, відмова від буденних та нецікавих уроків. Для нинішніх учнів – це розвиток пам'яті, критичного мислення, зорового сприйняття, візуальної грамотності та культури.

Візуалізація – унаочнення, створення умов для візуального спостереження [1].

Візуальна інформація краще сприймається і дає змогу швидко й ефективно донести до глядача власні думки та ідеї. Фізіологічно, сприйняття візуальної інформації є основною для людини. Є численні дослідження, які підтверджують, що: 10% людина запам'ятовує з почутого; 20% – з прочитаного; 80% – з побаченого і зробленого; 90% інформації людина сприймає через зір; 70% сенсорних рецепторів знаходяться в очах; близько половини нейронів головного мозку людини задіяні в обробці візуальної інформації; на 19% менше при роботі з візуальними даними використовується когнітивна функція мозку, що відповідає за обробку та аналіз інформації; на 17% вище продуктивність людини, що працює з візуальною інформацією; на 4,5% краще згадуються докладні деталі візуальної інформації; в 60 000 разів швидше сприймається візуальна інформація в порівнянні з текстовою [2].

Візуалізація передбачає згортання інформації в початковий образ, тобто подання її у стислому вигляді. Під «стисненням» інформації розуміється насамперед її узагальнення, укрупнення, систематизація та генералізація. Найкраще засвоєння програмного матеріалу досягається при подачі навчальної інформації одночасно на чотирьох кодах: малюнку, числовому, символічному і словесному. Тому суть технології візуалізації зводиться до систематичного

використання в навчальному процесі візуальних моделей і раціональних прийомів «стиснення» інформації [3].

Сучасний американський вчений в галузі комп'ютерних наук Бен Шнайдерман, стверджує: «Метою візуалізації є не картинки, а проникнення в суть».

Будь-яка візуалізована інформація містить елементи креативності та проблемності. Вчитель фізики та астрономії зобов'язаний використовувати різні види унаочнення навчального матеріалу, які не тільки доповнили б вербальне повідомлення, але й самі були носіями інформації. Чим більше проблемності в предметній інформації, тим вищий ступінь розумової активності учня. Візуальна подача матеріалу має вагомим значення для ґрунтовного та результативного засвоєння. Дітям значно цікавіше працювати зі зображеннями, малюнками, діаграмами та схемами, аніж з текстами.

Під час використання візуальної інформації на уроках фізики та астрономії відбувається не тільки репродуктивне відтворення побаченого, а й розвиток розумових операцій: аналіз, синтез, порівняння, ідентифікація, встановлення тотожності, подібності, відмінності, протилежності, аналогії, систематизування, класифікація, оцінювання, узагальнення, абстрагування, інтерпретація, упорядкування. Разом з тим зорове сприймання може доповнювати та розвивати слухове сприйняття; виникає включення механізмів наочно-образної та емоційної пам'яті; відбувається залучення креативного мислення, розвиток дивергентного мислення. Все це дає змогу підсилити: рівень осмисленості поданого матеріалу, краще та триваліше його запам'ятати; розумові процеси, а саме взаємодію абстрактно-логічного і наочно-дієвого, асоціативного мислення, посилення уяви.

Для сучасного вчителя фізики та астрономії використання візуальної навчальної інформації на своїх уроках дає можливість: налагодити інтенсифікацію навчання; активізації навчальної та пізнавальної діяльності учнів; формувати та розвивати критичне мислення та зорове сприйняття; підвищити візуальну грамотність та культуру учнів. Також, варто пам'ятати, що новітні методичні прийоми візуалізації навчального матеріалу сприяють його засвоєнню; забезпечують інтерес до навчальної теми; створюють мікро і макро діалоги між різними учасниками навчального процесу; пояснюють причини і закономірності певного явища, його елементи, протиріччя тощо.

На даний час, відома значна кількість візуальних засобів передачі інформації: інтерактивна дошка, плакати, схеми та мультимедійний проектор, збірні візуальні засоби, демонстраційні моделі, комп'ютери тощо. Є безліч популярних прийомів графічного представлення різноманітної інформації, які можна використовувати практично на будь-яких уроках.

Пропонуємо добірку загальнодоступних та цікавих прийомів візуалізації, які при вмілому застосуванні, дадуть можливість зробити уроки фізики та астрономії вражаючими, ненудними і незабутніми.

1) Сьогодні практично кожен учень має власний мобільний пристрій, що негативно впливає на навчальний процес, так як мобільні пристрої служать іграшкою для дитини, хоча мають набір функцій, що допускають можливість їх використання на уроках. Для цього, вчитель може використати технологію Bring You Own Device (**BYOD**), яка популярна в бізнес середовищі. Термін BYOD розшифровується як "принеси свій власний пристрій". Це означає можливість для учнів приносити та використовувати свої девайси на уроці. Технологія BYOD актуальна і дуже перспективна для впровадження в освітнє середовище, її переваги дозволять змінити освітній процес в кращу сторону, захопити школярів і створити для них стійку мотивацію, доповнити його сучасними засобами подання та обробки інформації. Негативні моменти можна обійти завдяки майстерності педагога, який повинен вміло використовувати BYOD на благо навчання дітей.

2) Учитель може захопити учнів своїми розповідями про фізику та її значення в житті людини, одночасно необхідна демонстрація відеоматеріалів з відключеним звуком; самостійний відбір фрагментів фільмів для розповіді на уроці; порівняння матеріалу підручника зі змістом фільму та висловлення своєї точки зору. Мистецтво такої цікавої розповіді називається – **СТОРИТЕЛЛІНГ**. Доцільно й учнів залучати до створення подібних розповідей, зокрема, на основі різних історичних відомостей і фізичних фактів.

3) Безумовно, будь які вміння і навички учнів варто закріплювати в практичних діях. Якраз на уроках фізики та астрономії, а саме лабораторних заняттях, є можливість для **МЕЙКЕРСТВА**. Можна разом з учнями створювати елементарні прилади своїми руками та паралельно розповідати фізичні закони — зацікавити наукою, а не тільки змушувати вчити розділи з підручника. Сучасній молоді необхідно розвивати критичне мислення, логіку, уяву та, зрештою, творчий підхід до складних речей. Саме **МЕЙКЕРСТВО** є складовою STEM-освіти та сприяє безперешкодному втіленню в життя ідей новітніх технологій.

4) Щоб привернути увагу до нової теми, фізичного закону чи вченого: зацікавити або зворушити, інтригувати або викликати захоплення, а разом з тим спонукати учня прочитати та вивчити навчальний матеріал, варто скористатися **БУКТРЕЙЛЕРОМ**. Це короткий відеоролик, що відтворює у довільній формі розповідь про певну тему, що вивчається. Створюється за аналогією до трейлерів у кіно. Що важливо, буктрейлер може робити і вчитель, і учні, залежно від того, що є метою роботи. Найбільш цікава його особливість – у специфічній подачі інформації, здатної інтригувати.

5) Коли розпочинаємо вивчати фізику в 7 класі, важливо з перших уроків зацікавити нею учнів, тому пропонуємо використати один з прийомів візуалізації

– **ЛЕПБУКІНГ**. Це технологія, яка досить широко використовується в американських школах. Це своєрідна папка з матеріалами до уроку, яку може виготовляти вчитель, але вчитель може створити тільки макет, а учні вже заповнюють інформацією самі. Лепбук – це саморобна інтерактивна папка чи зошит, де збираються і яскраво оформлюються різноманітні пізнавальні матеріали з певної теми, що вивчається. Це дозволяє структурувати інформацію, активно долучатися до навчального процесу і виявляти творчі здібності школярів. Завдяки цьому процес пізнання стає дійсно захопливим!

5) **КРОССЕНС** – це сучасний методичний прийом візуалізації навчального матеріалу, який сприяє поєднанню логіки та інтуїції, а також розвитку креативності, уяви, мовлення, допомагає викладачу не тільки самостійно сформулювати тему, а й уникнути нудного монологу під час її розкриття. Візуальний асоціативний ланцюжок, який складається з 9 зображень, кожен з яких пов'язаний з попереднім і наступним зображенням, що в результаті з різних сторін розкриває певне поняття, явище або факт.

6) **ФІШБОУН** – прийом критичного мислення, сенс якого полягає у встановленні причинно-наслідкових зв'язків між об'єктом аналізу і факторами, які на нього впливають. Метод дає змогу розвивати в учнів навички роботи з інформацією і вміння ставити і вирішувати проблеми. В основі прийому – схематична діаграма у формі риб'ячого скелета, що дозволяє наочно продемонструвати причини конкретних подій, явищ і проблем, а також їхні наслідки та зробити узагальнення і відповідні висновки. Цей прийом універсальний, його можна використовувати під час вивчення будь-якої навчальної дисципліни.

Таким чином, менторська цінність візуалізації навчання на уроках фізики та астрономії виявляється в реалізації принципу наочності на якісно новому рівні, що дає змогу створювати ідейне оточення для відображення навчального контенту, його предметного інтерактивного моделювання й дослідження, що забезпечує особистісно-орієнтований, розвивальний характер навчання.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Матеріал з Вікіпедії — вільної енциклопедії. [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wik/Візуалізація> (дата звернення 02.12.2021 р.). – Назва з екрана.
2. Тарнай В. Як і для чого використовувати візуалізацію даних? [Електронний ресурс] / В. Тарнай // Ейдос: Центр політичних студій та аналітики: [сайт]. – Режим доступу: <http://eidos.org.ua/novyny/yak-i-dlya-choho-vykorystovuvaty-vizualizatsiyu-danyh/> (дата звернення 02.12.2021 р.). – Назва з екрана.
3. Лаврентьев Г.В., Лаврентьева Н.Б. Інноваційні навчальні технології у професійній підготовці фахівців [Електронний ресурс] / Г.В. Лаврентьев Лекції :

[сайт]. – Режим доступу: <https://ukrdoc.com.ua/text/44851/index-8.html> (дата звернення 02.12.2021 р.). – Назва з екрана.

# ФІЗИКА – ЦЕ СИЛА!!!

**Хлопик Роман Миколайович,**

учитель-методист Дрогобицького ліцею Дрогобицької міської ради,  
вчитель вищої кваліфікаційної категорії, відмінник освіти України

Поняття **сили** вводиться в 7 класі, коли математичний рівень учнів ще не є достатнім, адже векторні величини з математики вивчають аж у 9 класі. Тому дуже часто учні засвоюють це поняття формально.

Під час вивчення механіки у 9 класі, на понятті **“сила”** акцент не робиться, бо вважається, що поняття учням зрозуміле.

У 10 класі, коли розділ **“Основи динаміки”** вивчається знову, то при цьому помітний різний підхід до опанування поняття **“сила”**. Так, у підручнику Засекіної Т.М. і Засекіна Д.О. **”Фізика. Астрономія. 10”** (профільний рівень) автори виходять з того, що учні уже добре засвоїли це поняття і на цьому недоцільно зупинятися. У підручнику В.Д. Сиротюка **“Фізика – 10”** (рівень стандарту) в §13 **“Сили в механіці”** повторно дається лише означення сили, але цим все і обмежується.

Враховуючи специфіку Дрогобицького ліцею, в якому я працюю, а це дворічний цикл навчання: 10-11 класи, доводиться постійно мати справу з низьким математичним рівнем розуміння та тлумачення поняття **“сила”**, зокрема як векторної величини. Саме тому бачу доцільність детального аналізу цієї теми при повторенні (а, точніше, повторного вивчення) векторних величин.

## Тема уроку

**“Скалярні та векторні величини. Дії над векторами. Механічна взаємодія тіл. Сила. Види сил в механіці. Додавання сил. Рівнодійна сил. Сили в природі».**

## Навчальний заклад

Дрогобицький ліцей ДМР, Львівської області

## Клас

10 клас

## Тип уроку

**Шкільна лекція (урок вивчення нового матеріалу)**

## Компетенції учнів на уроці

### Соціальні компетентності:

- учні вчаться використовувати отримані знання на практиці;
- формують визначення **«сили»** як векторної та фізичної величини;

- пояснюють значення «**сили**» на побутовому та науковому рівнях;
- використовують набуті знання для розв'язування запропонованих вчителем завдань.

#### **Полікультурні компетентності:**

- учні знайомляться з історією виникнення терміну «**сила**», його зв'язком з різними галузями діяльності людини, використанням цього поняття у повсякденному житті;
- характеризують його як спостережну величину, а також як чинник культури;
- розрізняють та описують головні застосування поняття «**сила**».

#### **Комунікативні компетентності:**

- вчаться висловлювати власну точку зору, брати участь у дискусії як під час вивчення нового матеріалу так і на етапі його закріплення;
- виносять судження про різницю застосування цього поняття на повсякденному та фізичному (науковому) рівнях.

#### **Інформаційні компетентності:**

- удосконалюють вміння користуватися інформаційними технологіями, самостійно здобувати та використовувати отриману інформацію.

#### **Компетентність саморозвитку та самоосвіти .**

- вчаться самостійно здобувати знання й використовувати їх при розв'язанні теоретичних, практичних та експериментальних завдань.

### **Цілі уроку**

**Навчальна:** зацікавити учнів наукою – фізикою, дати уявлення про історію науки, її зв'язки з іншими науками; коротко розповісти історію введення поняття «**сили**», повідомити про внесок відомих вчених у розвиток динаміки; ознайомити учнів з розділом «**Основи динаміки**», методами, інструментами, які використовують при вивченні даної теми.

**Розвивальна:** розширити знання учнів про навколишній світ, узагальнити знання, отримані в молодших класах, в єдине ціле й встановити міжпредметні зв'язки.

**Виховна:** з метою формування світогляду показати пізнаваність фізичних явищ, діалектичний шлях пізнання – від живого споглядання до абстрактного мислення і від нього – до практики; розкрити важливість знань про природу та вміння їх практичного застосування.

### **Обладнання уроку**

Підручник, презентації, ноутбук, проектор.

### **Дидактичні та методичні матеріали**

Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика. Астрономія. 10. Профільний рівень. Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. **Видавництво**

«Оріон», 2018. – 304 с. (Рекомендовано Міністерством освіти і науки України. (профільний рівень, за навчальною програмою авторського колективу під керівництвом Ляшенка О. І.)

## Хід уроку

---

### I. Організаційний етап.

### II. Актуалізація опорних знань.

#### 1. Прийом «Інтелектуальна розминка»

- Коли і як ви вперше почули слово «сила»?
- Як ви розумієте цей термін?
- Яка це величина – скалярна чи векторна?
- Скільки компонентів він містить?
- Які сили ви знаєте?
- Для чого людині потрібно вимірювати сили?
- Скільки сил діють на вас в конкретний момент часу? Чому?
- Що таке рівнодійна сил?
- Які сили, що діють на Вас, компенсують одна одну?

### III. Мотивація навчальної діяльності.

#### **Вступне слово вчителя:**

*Сила гори би скрутила,  
Тільки як – не знає сила.  
Розум гори би скрутив,  
Та не вистачає сил...*

*Дружба в них буде щаслива,  
Доля вказує сама:  
Страх, коли безумна сила,  
Сумно: розум є, а сил нема.*

Учений і філософ Архімед висловився досить оптимістично: «Дайте мені точку опори – і я переверну Землю». Усі ті знання, які ви отримали на попередніх уроках, людство накопичувало тисячоліттями. Перші аматорські пізнання поступово оформились у сучасний розділ фізики – **динаміку**.

В основі цього розділу лежить поняття **сили**. З цим терміном ви зустрічаєтеся ще в ранньому дитинстві та вживали його, часто не розуміючи його справжнього значення. І це не дивно, адже слово «сила» у повсякденному використанні має дуже широкий спектр значень. Наприклад:

«Я **сильний**»;

«Всі працюють з новими **силами**»;

«Буду старатися з усіх сил»;  
«Сьогодні переможе **найсильніший**»;  
«Він переміг за рахунок економії внутрішніх сил»;  
«Творчі сили народу»;  
«Команді не вистачило сил»;  
«Він старався з останніх сил»;  
«Силові відомства»;  
«Сила духу»;  
«Сила струму»;  
і навіть «нечиста сила»

Як ви розумієте девіз сьогоднішнього уроку – «Фізика – це сила»?

#### IV. Повідомлення теми, мети та завдань уроку.

#### V. Вивчення нового матеріалу.

1. Скалярні та векторні величини.
2. Дії з векторами.

Пояснення вчителя з використанням слайдів мультимедійної презентації

#### **"Векторні величини у фізиці та робота з ними" (презентація №1).**

3. Поняття сили. Термін "сила".
4. Сила – векторна величина.
5. Сили в природі та шкільному курсі фізики.
6. Сили в механіці.

Пояснення вчителя з використанням слайдів мультимедійної презентації **"Сили в механіці» (презентація №2).**

#### VI. Підбиття підсумків уроку.

Бесіда вчителя з учнями із використанням слайдів презентацій. **Метод «Робимо висновок»**

- Динаміка вивчає ...
- Види сил в динаміці – ...
- Сили в механіці, а саме...
- Сили в шкільному курсі фізики – ...
- Які сили (або їхня рівнодійна) можуть виконувати функцію доцентрової сили...

#### **Діалогова гра «Незакінчене речення».**

- На уроці я зрозумів ...
- Сьогодні я навчився ...
- На уроці найцікавішим для мене було ...
- На уроці мені було найважче зрозуміти...
- Сьогодні на уроці я не зрозумів ...
- У мене виникло запитання ...

## VII. Домашнє завдання.

1. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика. Астрономія. 10. Профільний рівень. Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. **Видавництво «Оріон»**, 2018. - 304 с. : іл. Вивчити §7–9, розглянути вправу 7 (стор. 46).
2. Струж Н. І., Мацюк В. М., Остап'юк С. І. ЗНО 2021. Комплексне видання. Видавництво «Підручники і посібники», 2020. – 496 с. : іл. Тема 5. Закони Ньютона. Завдання для самостійного розв'язування. №5.1 – 5. 20.

## Список використаних джерел

1. Засекіна Т. М., Засекін Д. О. Фізика. Астрономія. 10. Профільний рівень. Підручник для 10 класу закладів загальної середньої освіти. **Видавництво «Оріон»**, 2018. - 304 с. : іл.
2. Струж Н. І., Мацюк В. М., Остап'юк С. І. ЗНО 2021. Комплексне видання. Видавництво «Підручники і посібники», 2020. – 496 с. : іл.
3. Сиротюк В. Д. Фізика 10 (рівень стандарту, за навч. програмою авт. Колективу під керівництвом Ляшенка О. І.). – Київ : Генеза, 2018. – 256 с. : іл.

## Додатки

1. Мультимедійна презентація №1 «Векторні величини у фізиці та робота з ними».
2. Мультимедійна презентація №2 «Сили в механіці».

### ПРЕЗЕНТАЦІЯ 1



# СКАЛЯРНІ ТА ВЕКТОРНІ ВЕЛИЧИНИ

Величиною в фізиці називають властивості фізичних тіл, вимірюваних за допомогою виконання математичних операцій.

## Розрізняють скалярні і векторні величини

Математичні величини у фізиці



**Скалярні**  
визначаються тільки значенням

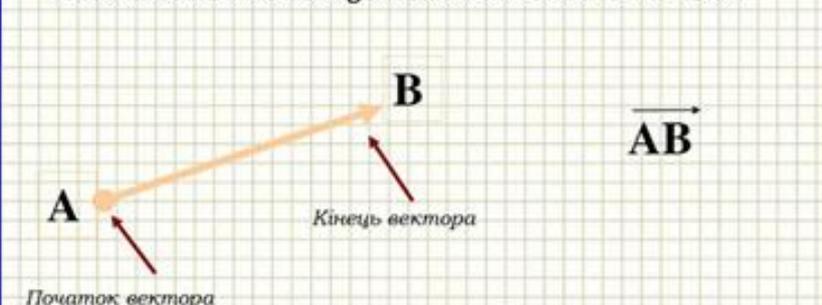
**Векторні**  
мають значення (модуль) і напрямок

**Скалярні величини** характеризуються тільки одним параметром – **числовим** значенням.

У фізиці в список **скалярних** величин входять: маса, температура, робота, довжина, час, період, частота, об'єм, напруга, сила струму, енергія.

**Векторні величини** характеризуються двома параметрами: **модулем** і **напрямком**.

**Вектором** називається напрямлений відрізок, з яким можна виконувати математичні дії.

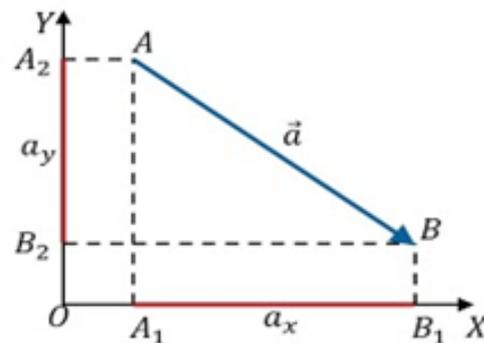


**Модулем вектора** є числове значення величини (**довжина вектора**), яке ніколи не приймає від'ємних значень. Він позначається символом « $||$ »

**Напрямок вектора** – це його **знак** («+» або «-») і позначається символом « $\rightarrow$ ».

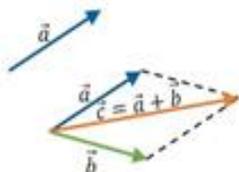
## ПРОЕКЦІЇ ВЕКТОРА НА ОСІ КООРДИНАТ

Як знайти  
проекції  
вектора на осі  
координат?

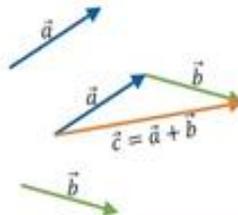


### Визначення суми двох векторів

Правило  
паралелограма



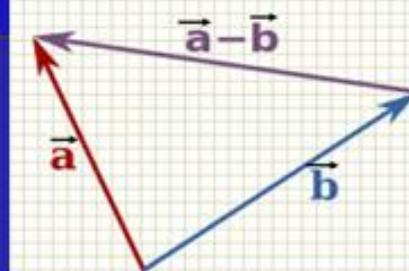
Правило  
трикутника



**Дії над  
векторами**

**I етап:  
малюнок  
(зображаєте  
знаки векторів)**

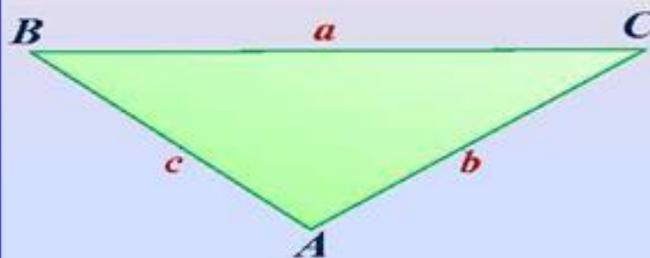
### Віднімання векторів



## Дії над векторами

Теорема косинусів

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$$



Теорема синусів

$$a/\sin A = b/\sin B = c/\sin C$$

II етап:

визначаєте модуль (довжину) вектора

## ПІДСУМКИ

Таким чином, дії над векторними величинами завжди здійснюються в два етапи:

1. I етап – малюнок, де ви вказуєте знаки векторів;
2. II етап – визначення модуля сумарного вектора за теоремою косинусів, хоча завдання різко спрощується, якщо ви умієте ідентифікувати 4 випадки:

$$\vec{a} + \vec{b} = \begin{cases} a + b \\ a - b \\ \sqrt{a^2 + b^2} \\ \sqrt{a^2 + b^2 \mp 2ab \cos \alpha} \end{cases}$$

## ПРЕЗЕНТАЦІЯ 2

# СИЛИ В МЕХАНІЦІ



1. СИЛА  
ВСЕСВІТНЬОГО  
ТЯЖІННЯ.  
СИЛА ТЯЖІННЯ

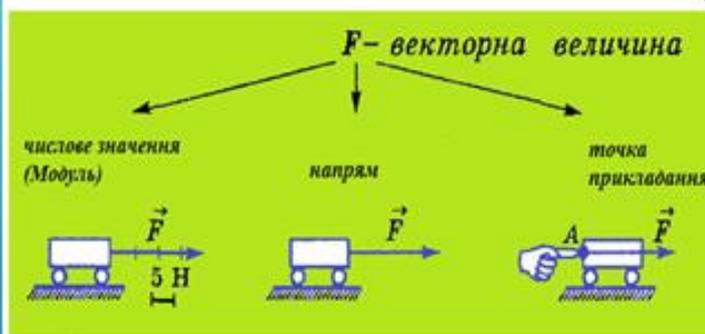
2. СИЛА ПРУЖНОСТІ.  
СИЛА НАТЯГУ.  
СИЛА РЕАКЦІЇ  
ОПОРИ.

4. СИЛА ТЕРТЯ.  
СИЛА ОПОРУ

3. ВАГА

5. СИЛА  
АРХІМЕДА

## Зображення сили



## Класифікація сил

**Гравітаційні**

- сила тяжіння;
- сила всесвітнього тяжіння.

**Електромагнітні:**

- сила пружності;
- вага тіла;
- сила тертя;
- виштовхувальна сила.

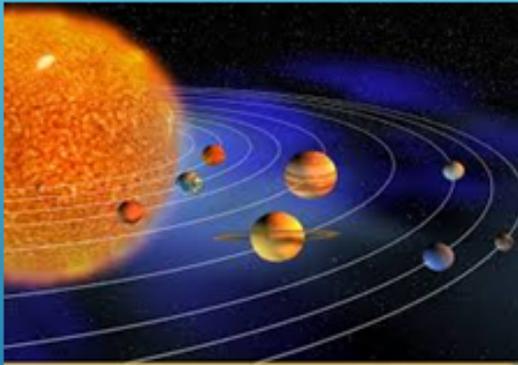
# СИЛИ У ШКІЛЬНОМУ КУРСІ ФІЗИКИ

№	Назва сили	Сим вол	№	Назва сили	Сим вол
1.	сила всесв. тяжіння	$F_{в.т.}$	9.	сила тяги	$F_{тяги}$
2.	сила тяжіння	$mg$	10.	сила поверхневого натягу	$F_{п.н.}$
3.	сила пружності	$F_{пр}$	11.	сила тиску	$F_{тиску}$
4.	сила реакції опори	$N$	12.	сила Архімеда	$F_A$
5.	сила натягу	$T$	13.	сила Кулона	$F_K$
6.	вага	$P$	14.	сила Ампера	$F_{амп.}$
7.	сила тертя	$F_{тер.}$	15.	сила Лоренца	$F_L$
8.	сила опору	$F_{оп.}$	16.		

## СИЛИ В МЕХАНІЦІ



# СИЛА ВСЕСВІТНЬОГО ТЯЖІННЯ



Всі тіла у Всесвіті взаємно притягують одне одного

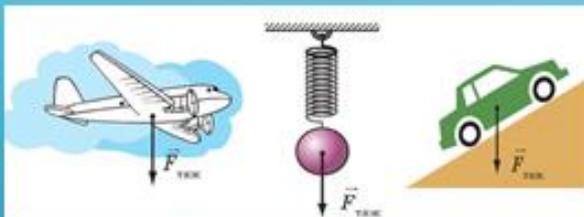
Взаємне притягання всіх тіл називають всесвітнім тяжінням, а сили притягання – гравітаційними.

$$F = G \frac{m_1 m_2}{R^2}$$

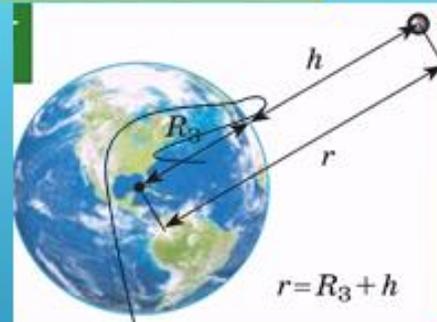
$$G = 6.67 \cdot 10^{-11} \text{Нм}^2/\text{кг}^2$$

Два тіла притягуються іваються одне до одного з силою, прямо пропорційною до добутку їх мас та обернено пропорційною до квадрату відстані між ними.

## СИЛА ТЯЖІННЯ



- Сила тяжіння  $\vec{F}_{\text{тяж}}$  — сила, з якою Земля притягує до себе тіла, що перебувають на її поверхні або поблизу неї.
- Сила тяжіння прикладена до центра тіла яке притягується Землею, і напрямлена вертикально вниз.



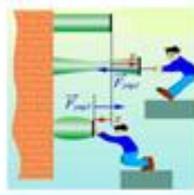
$$\begin{cases} F_{\text{тяж}} = mg \\ F_{\text{тяж}} = G \frac{mM}{(R+h)^2} \rightarrow g = G \frac{M}{(R+h)^2} \end{cases}$$

$$\begin{cases} F_{\text{тяж}} = mg_0 \\ F_{\text{тяж}} = G \frac{mM}{R^2} \rightarrow g_0 = G \frac{M}{R^2} \end{cases}$$

$$g = g_0 \frac{R^2}{(R+h)^2}$$

# СИЛА ПРУЖНОСТІ

Сила, яка виникає в тілі при його пружній деформації і напрямлена в сторону, протилежну до зміщення частинок при деформації

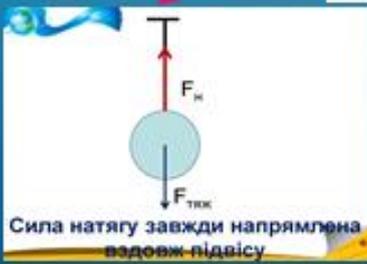


## Пружні сили



Сила натягу нитки

Сила реакції опори



- Сила натягу нитки позначається буквою  $T$ .
- Сила реакції опори  $N$ .



## Сила реакції опори

# Деформації

- Зміна розміру та об'єму тіла
- Пружні і пластичні



## ВИДИ ПРУЖНИХ ДЕФОРМАЦІЙ

- ▶ Розтяг
- ▶ Стиск
- ▶ Вигин
- ▶ Кручення
- ▶ Зсув

Види деформації				
розтягнення	стиснення	вигин	кручення	зсув
Настроюємо гітару — розтягуємо струни	Сідаємо в автомобіль — пружини підвісу стискаються	Стаємо на дошку — дошка вигинається	Затягуємо шуруп — відбувається кручення викрутки	Пересуваємо меблі — відбувається деформація зсуву

## ДЕФОРМАЦІЯ СТИСКУ (РОЗТЯГУ)

**$E$**  – модуль Юнга

▶ Абсолютне видовження

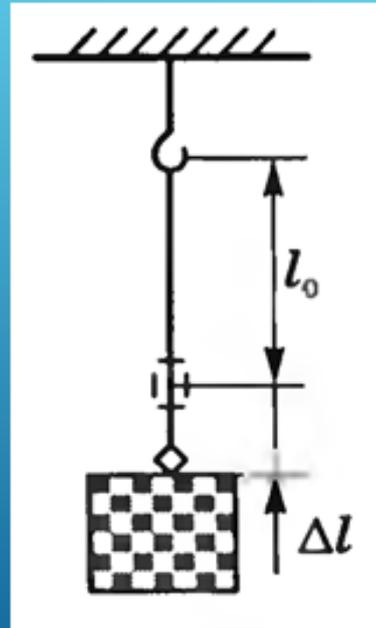
$$\Delta l = l - l_0$$

▶ Відносне видовження

$$\epsilon = \frac{\Delta l}{l_0}$$

▶ Механічна напруга

$$\sigma = \frac{F}{S}$$

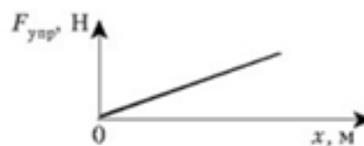


## ЗАКОН ГУКА

- Сила пружності, що виникає при пружній деформації тіла, прямо пропорційна абсолютному видовженню і напрямлена в сторону протилежну зміщенню частин тіла

$$F_x = -kx$$

$k$  - жорсткість



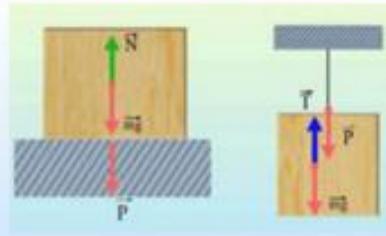
$$k = \frac{ES}{l_0} \rightarrow F = ES \frac{\Delta l}{l_0}$$

## ВАГА

Сила тяжіння визначається як сила, з якою тіло притягується до Землі.

Вага — як сила, з якою тіло під дією сили тяжіння діє на опору або розтягує підвіс.

Ці сили діють на різні тіла: сила тяжіння — на саме тіло, а вага — на підставку або підвіс. Якщо тіло нерухоме або рухається рівномірно, то сила тяжіння й вага рівні за модулем.

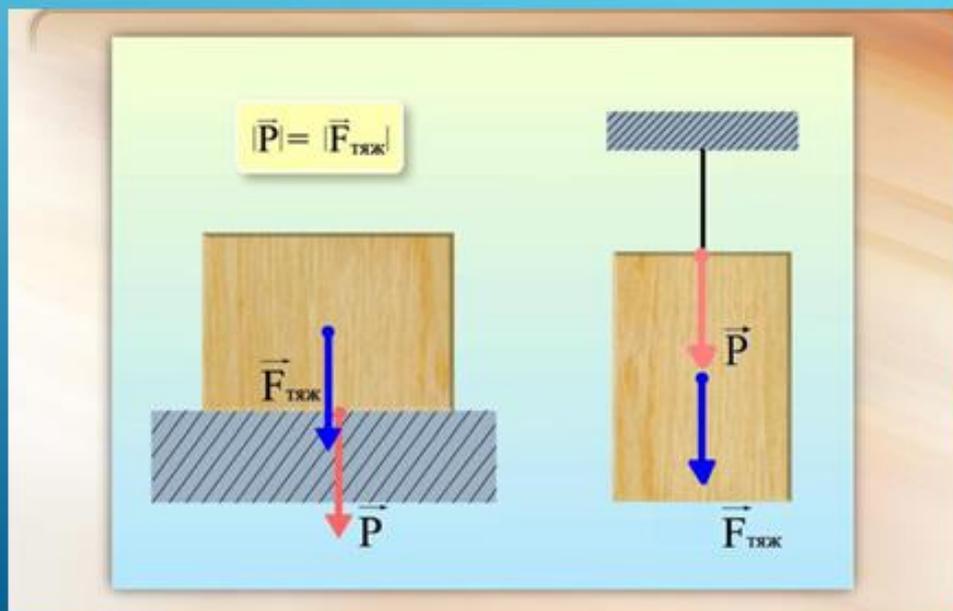


Вагу тіла позначають буквою  $P$ .

*Вага тіла у стані спокою дорівнює силі тяжіння, що діє на це тіло:*

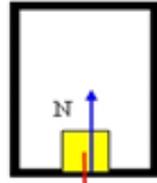
$$P = mg$$

## ВАГА І СИЛА ТЯЖІННЯ



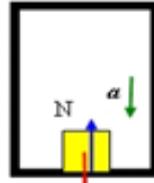
## ВАГА

Ліфт нерухомий  
або рівномірно  
рухається



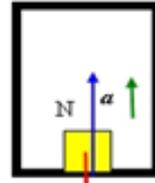
$$P = mg$$

Прискорення ліфта  
напрявлене вниз



$$P = m(g - a)$$

Прискорення ліфта  
напрявлене вгору



$$P = m(g + a)$$

$$\vec{P} = m(\vec{g} + \vec{a})$$

## ПІДСУМКИ

$$\vec{P} = m(\vec{g} + \vec{a}) \rightarrow \begin{cases} \vec{a} = 0 \rightarrow P = mg \\ \vec{a} \uparrow \downarrow \vec{g} \rightarrow P = m(g + a) \\ \vec{a} \downarrow \downarrow \vec{g} \rightarrow P = m(g - a) \\ \vec{a} \perp \vec{g} \rightarrow P = m\sqrt{g^2 + a^2} \end{cases}$$

$$k = \frac{m(\vec{g} + \vec{a})}{m\vec{g}} \rightarrow \begin{cases} \vec{a} = 0 \rightarrow k = 1 \\ \vec{a} \uparrow \downarrow \vec{g} \rightarrow k = \frac{(g + a)}{g} = 1 + \frac{a}{g} \\ \vec{a} \downarrow \downarrow \vec{g} \rightarrow k = \frac{(g - a)}{g} = 1 - \frac{a}{g} \\ \vec{a} \perp \vec{g} \rightarrow k = \frac{\sqrt{g^2 + a^2}}{g} = \sqrt{1 + \left(\frac{a}{g}\right)^2} \end{cases}$$

# ВАГА ТА МАСА

	ЗАПИТАННЯ	МАСА	ВАГА
1.	Позначення	m	P
2.	Векторна чи скалярна величина?	скалярна	векторна
3.	Одиниці вимірювання	кг	Н
4.	Прилад для вимірювання	терези	динамометр
5.	Напрямок у просторі	-	різні
6.	Чи змінюється в різних точках Землі?	ні	так
7.	Чи залежить від висоти над поверхнею Землі?	ні	так
8.	Чи змінюється на інших планетах?	ні	так
9.	Як змінюється при вільному падінні?	ні	0

## Сила тертя

**Сила тертя** — це сила, що чинить протидію відносному переміщенню одного тіла по поверхні іншого під дією зовнішньої сили, і яка спрямована тангенціально (по дотичній) до спільної межі між цими тілами.

**Рідке (в'язке) тертя (опір середовища)**

В повітрі

В рідинах

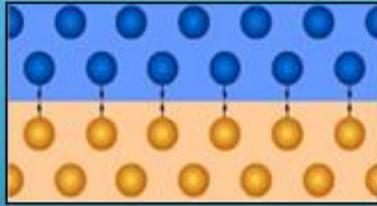
**Сухе тертя**

Сила тертя спокою

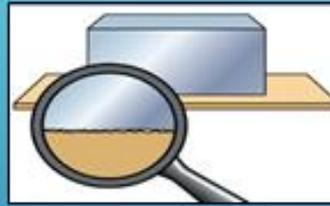
Сила тертя ковзання

Сила тертя кочення

# ПРИЧИНИ ВИНИКНЕННЯ ТЕРТЯ



Взаємне притягання молекул дотичних поверхонь

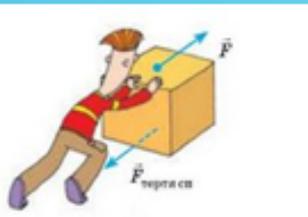


Нерівність дотичних поверхонь



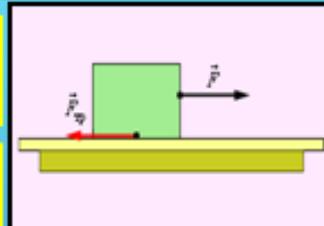
Сила тертя залежить від:

- Швидкості руху тіла;
- Роду речовини;
- Стану поверхонь тіл;
- Розмірів і форми тіла;
- Ваги тіла.

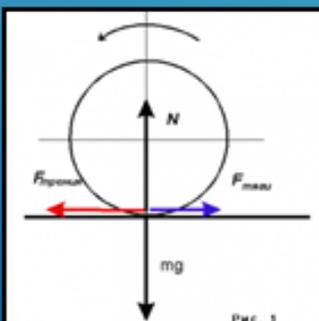


## СИЛА ТЕРТЯ СПОКОЮ

$$\vec{F}_{\text{тер.сп.}} = -\vec{F}_{\text{зовн.}}$$



1. Виникає між дотичними поверхнями двох тіл і перешкоджає виникненню їх відносного руху;
2. Напрявлена паралельно стичним поверхням протилежно силі, що хоче зрушити тіло з місця і рівна їй за модулем.



## СИЛА ТЕРТЯ КОЧЕННЯ

$$\vec{F}_{\text{тер.коч.}} = \mu \frac{N}{R}$$



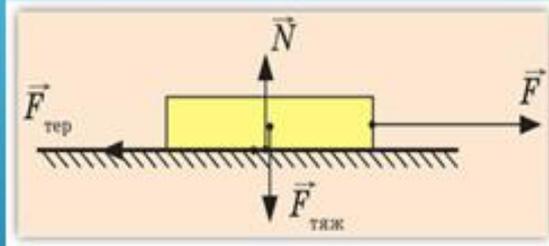
Виникає при перекочованні тіла одне по одному.

## СИЛА ТЕРТЯ КОВЗАННЯ

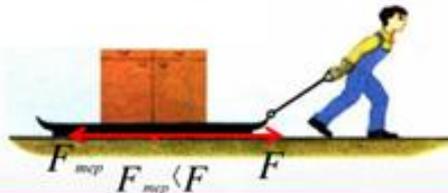
1. виникає в разі ковзання одного тіла по поверхні іншого і напрямлена протилежно до напрямку відносної швидкості руху тіл.
2. не залежить від площі дотику контактуючих тіл.
3. прямо пропорційна силі нормальній реакції опори.

$$F_{\text{тер. ковз.}} = \mu N$$

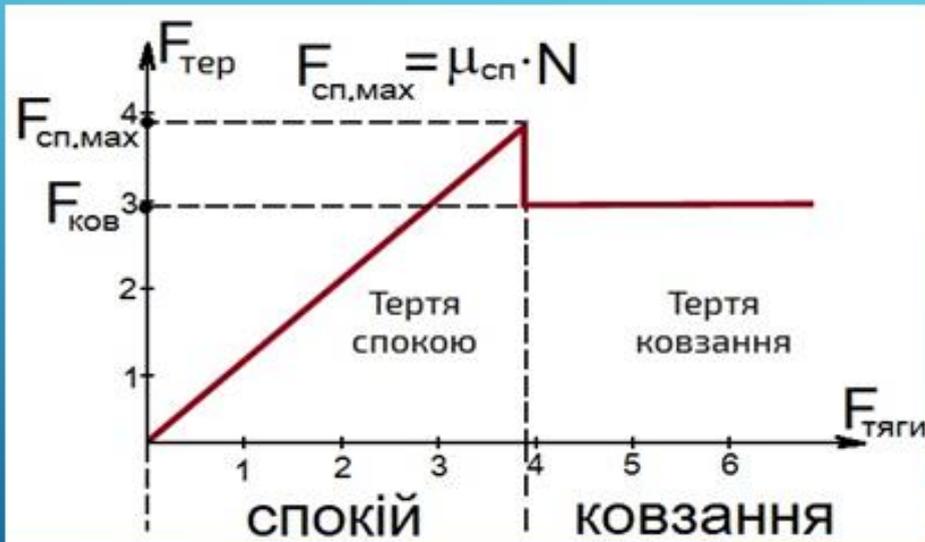
$$\mu = \frac{F_{\text{тер}}}{N}$$



Коефіцієнт тертя визначається матеріалом дотичних поверхонь та якістю їх обробки.



## ПІДСУМКИ



$$\vec{F}_{\text{тер.сп.}} = -\vec{F}_{\text{зовн.}}$$

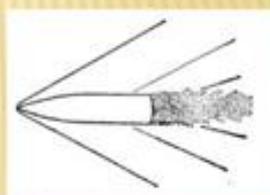
$$\vec{F}_{\text{тер. ковз}} = \mu \vec{N}$$

## СИЛА ОПОРУ СЕРЕДОВИЩА

Сила опору середовища залежить від:

- в'язкості середовища;
- розмірів, форми і стану поверхні тіла;
- відносної швидкості руху тіла й середовища.

Сила опору завжди напрямлена проти руху.



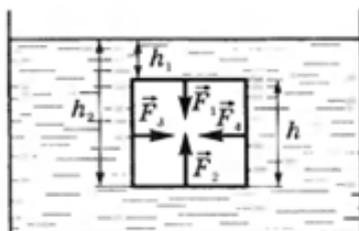
При малих швидкостях:  $F_{\text{оп.}} = kv$ .

При великих швидкостях:  $F_{\text{оп.}} = kv^2$ .

Трибологія – наука про тертя, зношування, змащування та контактну взаємодію поверхонь твердих тіл при їх відносному русі.

## Сила Архімеда

Існування гідростатичного тиску призводить до того, що на занурене в рідину чи газ тіло діє виштовхувальна сила



$$\vec{F}_A = \vec{F}_1 + \vec{F}_2 + \vec{F}_3 + \vec{F}_4 + \vec{F}_5 + \vec{F}_6.$$

$$\vec{F}_3 + \vec{F}_4 = \vec{0}, \quad \vec{F}_5 + \vec{F}_6 = \vec{0}.$$

$$F_1 = \rho g h_1 S \quad F_2 = \rho g h_2 S$$

$$F_A = F_2 - F_1 = \rho_{\text{ж}} g (h_2 - h_1) S = \rho_{\text{ж}} g h S = \rho_{\text{ж}} g V$$

$$F_A = \rho_{\text{рід}} g V_{\text{зчт}}$$

## Закон Архімеда

На тіло, занурене в рідину (або газ), з боку цієї рідини (газу) діє виштовхувальна сила, яка:

1. напрямлена вертикально вгору;
2. рівна за модулем вазі витісненого об'єму дини (газу);
3. прикладена до центру мас витісненого об'єму рідини (газу):

$$F_A = \rho_{\text{рід}} g V_{\text{з.ч.}}$$

# ДВІ ВАРІАЦІЇ НА ТЕМУ ВАГОВОГО ТИСКУ

**Юрків Андрій Степанович,**

учитель-методист ліцею імені Богдана Лепкого  
Дрогобицької міської ради, вчитель вищої кваліфікаційної категорії

## **Тиск і сила тиску. Одиниці тиску. Способи збільшення і зменшення тиску.**

**Мета:** сформувати в учнів знання про тиск як про фізичну величину, про силу тиску та одиниці вимірювання тиску, навчити учнів способам збільшення і зменшення тиску, розвивати в них уміння виділяти головне в навчальній інформації, порівнювати і узагальнювати, виховувати спостережливість та допитливість.

**Обладнання:** підручник «Фізика – 7», автор Божинова Ф. Я. та інші, Харків, в-во «Ранок», 2015 (один на кожну парту), цибулина, дощечка для різання, ніж від столового сервізу, гострий кухонний ніж, голка з ниткою, клаптик грубої тканини, наперсток, дерев'яний брусок з дірками, набір тягарців, кусок поролону, 30 шт. малих аркушів паперу із написом «Рефлексія», мультимедійний проектор й екран.

**Тип уроку:** урок формування нових знань та умінь.

### **Очікувані результати:**

#### **Після вивчення теми уроку**

#### **Учні будуть знати:**

1. Формулювання поняття тиску.
2. Формули тиску і сили тиску.
3. Напрямок сили тиску.
4. Одиниці тиску.
5. Способи збільшення і зменшення тиску.

#### **Учні будуть вміти:**

1. Розв'язувати якісні задачі про тиск, знаючи способи збільшення і зменшення тиску.
2. Застосовувати формули для розв'язування розрахункових задач на тиск.

## План-схема уроку

№	Етап уроку	Тривалість	Діяльність учителя	Діяльність учнів
I	Організаційний момент	1 хв.	Привітання, перевірка готовності учнів до уроку.	Підготовка до уроку.
II	Актуалізація досвіду учнів. Мотивація вивчення теми уроку.	5 хв.	Постановка проблемних запитань до демонстрацій. Пропозиція розглянути цікаві запитання.	Участь у проведенні демонстрацій Спроба розв'язати проблемні запитання. Робота з підручником.
III	Повідомлення теми і очікуваних результатів уроку.	2 хв.	Повідомлення теми і мети уроку через його очікувані результати.	Записи в зошиті. Озвучення очікуваних результатів.
IV	Вивчення нового навчального матеріалу	18 хв.	Пропозиція учням розглянути три приклади - запитання. Постановка узагальнюючого запитання. Формулювання висновку. Введення поняття тиску, одиниці тиску, сили тиску. Запис на дошці Формулювання і короткий запис способів збільшення і зменшення тиску. Запис на дошці потрібних формул.	Відповіді на запитання. Спроби відповісти на узагальнююче запитання. Запис висновку у зошиті. Запис опорного конспекту у зошит. Робота з підручником. Аналіз таблиці у підручнику. Розв'язування експериментальної задачі. Спроби зробити висновки із задачі. Запис опорного конспекту (продовження). Закінчення запису опорного конспекту.

V	Закріплення вивченого матеріалу.	8 хв.	Пропозиція розглянути ще раз цікаві запитання і дати на них відповіді. Ознайомити учнів із розв'язаною задачею §22.	Відповіді на цікаві запитання. Робота з підручником. Запис розв'язаної задачі § 22 у зошит самостійно.
VI	Підсумок уроку.	5хв.	Пропозиція учням озвучити відповіді за очікуваними результати. Оцінювання роботи активних учнів за результатами уроку.	Озвучення відповідей за очікуваними результатами. Виставлення оцінок у свій щоденник.
VII	Рефлексія	2 хв.	Пропозиція учням відповісти на запитання рефлексії.	Запис відповіді на окремому аркуші.
VIII	Домашнє завдання	4 хв.	Озвучення домашнього завдання. Пропозиція учням прочитати умови домашнього завдання і записати «ключ» до задачі.	Робота з підручником. Запис «ключа» до задачі.

### Хід уроку

#### I. Організаційний момент

Привітання вчителя з учнями. Перевірка готовності учнів до уроку.

#### II. Актуалізація конкретного досвіду учнів. Мотивація вивчення теми уроку.

Сьогодні ми вивчатимемо тему, знання якої необхідні всім, бо, напевно, кожен з вас у житті зустрічався з таким.

1. Учитель запрошує до дошки дівчинку, яка любить шити або вишивати. Дає їй клаптик грубої тканини і голку з ниткою, гудзик і пропонує пришити його до тканини. А це зробити буде нелегко. А що можна використати, щоб полегшити це завдання? (Наперсток). Чому використання наперстка полегшує шиття? На це запитання ми дамо відповідь пізніше.

2. Учитель запрошує хлопця і пропонує йому порізати цибулину (тупим) столовим ножом. Чому важко різати? (Бо ніж тупий). Що треба зробити, щоб

полегшити завдання? (Підгострити ніж). Даю гострий ніж. Так, це правильно. Чому? Знову ж пояснимо пізніше.

3. Учитель пропонує учням відкрити підручник на стор. 91. На початку § 17 є запитання, які зможуть пробудити у вас інтерес до сьогоднішнього уроку. Прочитайте їх. Чи зацікавили вас запитання? Чи хочете знати, як на них правильно відповісти? Отже, починаємо вивчати таку тему...

### **III. Повідомлення теми і очікуваних результатів уроку .**

Учитель. Записуємо у своїх зошитах дату, класна робота і тему уроку. На екрані спроектовані також очікувані результати. Зачитаймо їх. Ми ще в кінці уроку повернемося до них. І кожен зможе оцінити дані очікувані результати для себе.

### **IV. Вивчення нового навчального матеріалу**

1. Учитель. Давайте розглянемо декілька прикладів - запитань із власного досвіду і спостережень і зробимо важливий висновок, відповідаючи на запитання: «Від чого залежить результат дії сили на поверхню?»

- Хто залишає глибші сліди на піску: верблюд чи верблюд, навантажений разом із поводитирем?
- Хто залишає глибші сліди на снігу людина на лижах чи людина без лиж?
- Чому автомобіль може загрузнути у болоті, а трактор практично не грузне у болоті?

Який висновок можна зробити? Запишемо його у зошиті як перший пункт нашого опорного конспекту.

#### **ОК**

Результат дії сили на поверхню залежить від значення сили і площі поверхні, на яку діє сила.

2. Учитель. Для характеристики залежності результату дії сили на поверхню, на яку діє ця сила, у фізиці введено поняття тиску. Зачитаємо (ст. 151 підручника) означення поняття тиску. Записуємо у зошитах.

#### **ОК**

$$\text{Тиск} = \frac{\text{сила}}{\text{площа}} \quad P = \frac{F}{S}$$

Тиск – скалярна величина (не має напрямку)

## ОК

$$[P] = \frac{1H}{1m^2} = 1Pa(\text{паскаль})$$

3. Учитель. Отже, одиниця вимірювання тиску є 1 Па, названа на честь відомого вченого Блеза Паскаля ( ст. 151 про нього).

## ОК

$$1 \text{ кПа} = 10^3 \text{ Па.} \quad 1 \text{ МПа} = 10^6 \text{ Па}$$

4. Учитель. Пропоную проаналізувати таблицю на сторінці 92 підручника і дати відповідь на запитання: «Чи тиск, значення якого 1 Па, є великим?»

Із формули ОК  $P = \frac{F}{S}$  випливає, що  $F=PS$  – сила тиску, що діє перпендикулярно до поверхні.

5. Учитель. Пропоную розв'язати експериментальну задачу. Ми маємо поролон, дерев'яний брусок з дірками і набір тягарців. Переконаємося за допомогою них, якими способами можна збільшити або зменшити тиск.

На основі формули  $P = \frac{F}{S}$

## ОК

$F \uparrow$  (покласти на брусок декілька тягарців)

$P \uparrow$

$S \downarrow$  (покласти брусок на грань меншої площі)

## ОК

$F \downarrow$  (забрати тягарці з бруска)

$P \downarrow$

$S \uparrow$  (покласти брусок на грань більшої площі)

Отже, що треба зробити, щоб збільшити тиск? (Зменшити тиск?) Відповідають учні.

6. Учитель. Для розв'язування задач на тиск корисно знати такі формули: (учні записують у зошиті, коментуючи).

ОК  $F=PS; \quad F=mg \quad (g = 9,8 \frac{H}{кг})$

$$P = \frac{F}{S}; S = \frac{F}{P}; S=ab; S=NS_1; S= \pi r^2$$

## V. Закріплення вивченого матеріалу.

1. Спробуйте дати відповідь на запитання, які подані на початку § 22.
2. Прочитайте і проаналізуйте розв'язану задачу у § 22. У кого і які виникли запитання? Запишіть самостійно коротко цю задачу з розв'язанням у зошит.

## VI. Підсумок уроку

Пропоную підбити підсумок уроку за нашими очікуваними результатами.

1. Учні озвучують поняття, формули, вивчені на уроці (основні пункти опорного конспекту, що повністю проектується на екран мультимедійним проектором).
2. Учитель оцінює роботу найактивніших учнів на уроці.

## VII. Домашнє завдання

Записане на дошці § 22, Впр. 22 (1-2 усно, 4, 6)

До задачі №6 «ключ» ( $P = \frac{F}{S}, S=ab, P = \frac{F}{ab}$ )

Чи є запитання по домашньому завданню?

## VIII. Рефлексія.

Учитель. Пропоную кожному учневі на його аркуші паперу із назвою «Рефлексія», не підписуючи його, дати відповідь одним словом на запитання: «Які почуття я переживаю після уроку:

- а) задоволений
- б) не задоволений
- в) байдуже.

## Дія рідини і газу на занурене в них тіло. Архімедова сила

**Мета уроку:** навчити учнів експериментально і теоретично визначати виштовхувальну силу, з'ясувати, який вона має напрям і від чого залежить, розвивати уміння учнів самостійно здобувати знання, робити правильні висновки, виховувати в них спостережливість, акуратність записів.

**Обладнання:** штатив, відерко Архімеда, пружина демонстраційна, посудина з водою, відливна посудина, динамометр, металевий циліндрик, тенісна, коркова і металеві кульки, насичений розчин солі, підйомні столики.

**Тип уроку:** урок співробітництва та експериментів учнів, особистісно орієнтований урок з елементами STEM-досліджень.

### Хід уроку

#### **I. Організаційний момент.**

Учитель організовує клас, перевіряє готовність учнів до уроку.

#### **II. Мотивація навчального матеріалу.**

Учитель. Сьогодні у нас незвичайний урок, бо ви, учні, будете виконувати роль фізиків експериментаторів (дослідників) під час вивчення нової теми. Хто найсміливіший і хоче мені допомогти (викликає слабшого учня).

Ми маємо три тіла : тенісну кульку, коркову і металеву. По черзі опусти їх у воду. Чому тенісна кулька не занурюється у воду? Хто на неї діє? А дію одного тіла на інше ми як називаємо? Отже, який висновок ми можемо зробити? А тепер опускаємо коркову кульку. Що не діє сила? (Учні відповідають на запитання вчителя). А чомусь металева кулька тоне?

#### **III. Повідомлення теми і мети уроку**

От ми сьогодні і дізнаємося про дію рідини і газу на занурене в них тіло, вивчимо новий вид сили – Архімедову силу.

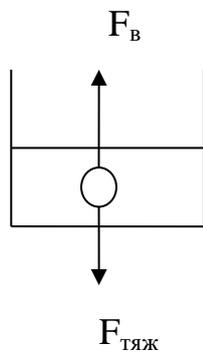
#### **IV. Пояснення нового матеріалу. Експерименти учнів і вчителя.**

Учитель. Викликаю наступного учня , фізика–експериментатора. Візьми цей прилад?(динамометр) Як він називається? Яку фізичну величину він вимірює? Підвісь металевий циліндрик до нього. Що показує динамометр? (вагу чи силу тяжіння). Опустити циліндрик у воду і, що ти бачиш? (зменшення ваги) Чому? (бо

діє виштовхувальна сила). На скільки зменшилась вага тіла? Який напрямок має сила?

Формулюємо перший пункт опорного конспекту і записуємо.

1.  $F_B$  виникає, коли тіло занурене у рідину(або газ) і напрямлена вертикально вгору. Ця сила називається Архімедовою силою, бо відкрив її давньогрецький вчений Архімед.



Учитель. Як можна визначити виштовхувальну силу? Я демонструю. Попередній дослід показав, що у рідині вага циліндрика зменшилася на 0,2 Н. Як ви думаєте, що показує це зменшення? (це значення виштовхувальної сили). Нехай  $P_1$  – це вага тіла у повітрі,  $P_2$  – вага тіла у рідині, тому можна записати перший спосіб визначення виштовхувальної сили так:

2. Два способи визначення  $F_A$

а)  $F_A = P_1 - P_2$

б)  $F_A = P_{вит.води}$

Архімедова сила дорівнює вазі рідини в об'ємі зануреного тіла.

Щоб переконатися в цьому, проводжу дослід з відерком Архімеда .

Пояснюю, що  $V_B = V_{тіла}$ . Який висновок ми ще раз зробимо?

Учитель. Тепер давайте з'ясуємо від чого залежить, а від чого не залежить виштовхувальна сила. Учні проводять досліди, відповідаючи на запитання:

- Чи залежить виштовхувальна сила від глибини занурення?

- Чи залежить виштовхувальна сила від об'єму зануреного тіла? Як залежить ( $F_g \approx V$ )

- Чи залежить від густини рідини, в яку занурено тіло? ( $F_g \approx \rho$ )

Учні записують висновки у третьому пункті ОК.

3.  $F_A$  не залежить від глибини занурення, залежить від  $V$ ,  $\rho_p$ .

Учитель разом з учнями проводить підсумок за пунктами опорного конспекту.

Учитель. А тепер станемо фізиками-теоретиками. Чому виникає виштовхувальна сила? Як змінюється з глибиною тиск у рідині?

Розглянемо у підручнику малюнок( стор.1750, який допоможе дати відповіді на задані запитання. (Чому  $\vec{F}_2 > \vec{F}_1$  ( $h_2 > h_1$ )).

Учні коментують виведення формули виштовхувальної сили у підручнику.

$$4. F_g = \rho_p g V, \quad \rho_p V = m_p, \quad F_g = P_{\text{виш.води}}$$

$$F_g = \rho_p g V \text{ (ро-же-ве) (найулюбленіший колір дівчат).}$$

Повідомлення про Архімеда (підготували два учні). Слухайте уважно і після закінчення повідомлень дайте відповіді на запитання:

1. Яка основна проблема постала перед Архімедом? Що він не вмів визначити?

2. Що допомогло йому вирішити цю проблему?

3. Що треба зробити, щоб визначити силу Архімеда?

$$F_A = \rho_p g V$$

#### **V. Закріплення вивченого матеріалу.**

Учитель. Пропоную учням розв'язати цікаві якісні задачі.

1. Чому яйце зі столу на підлогу падає швидше, а в посудині з водою опускається пізніше?

2. Яйце тоне в прісній воді, але плаває в солоній. Чому?

3. Першокласник і дев'ятикласник пірнули у воду? Кого вода виштовхує сильніше? Чому?

4. Першокласник пірнув на 3 м, а дев'ятикласник – на 1 м. Кого сильніше виштовхне вода? (дев'ятикласника, не залежить від глибини занурення)

5. Ви поступово входите у воду? Змінюється чи ні Архімедові сила? Коли  $F_A \text{ max}$  ?

#### **VI. Підсумок уроку.**

Учитель проводить підсумок уроку за пунктами опорного конспекту.

#### **VII. Домашнє завдання**

Записане на дошці § 27, впр.27(1–5). Вивчити опорний конспект.

# РОЛЬ ПРАКТИЧНИХ ФАКУЛЬТАТИВНИХ ЗАНЯТЬ У ВИВЧЕННІ КУРСУ ФІЗИКИ

**Павловська Надія Тарасівна,**

старший учитель ліцею № 4 імені Лесі Українки  
Дрогобицької міської ради, вчитель вищої кваліфікаційної категорії,  
кандидат фізико-математичних наук

Суспільство висуває перед сучасною школою завдання сформувати всебічно розвинену особистість, яка повинна задовольняти його потреби. Згідно із законом України «Про освіту» її метою є всебічний розвиток людини як особистості та найвищої цінності суспільства, її талантів, інтелектуальних, творчих і фізичних здібностей, формування цінностей і необхідних для успішної самореалізації компетентностей, виховання відповідальних громадян, які здатні до свідомого суспільного вибору та спрямування своєї діяльності на користь іншим людям і суспільству, збагачення на цій основі інтелектуального, економічного, творчого, культурного потенціалу Українського народу, підвищення освітнього рівня громадян задля забезпечення сталого розвитку України та її європейського вибору [1].

Використання у педагогічній практиці факультативних занять – один з ефективних шляхів поглиблення знань, розвитку пізнавальної активності здобувачів, реалізації їх можливостей, задоволення від заняття. Вони допомагають учням повірити в себе, викликають зацікавленість, натхнення і захоплення, підтверджуючи слова В.О. Сухомлинського: «без захоплення та натхнення, без осмисленої розумової праці як процесу пошуків та знахідок навчання перетворюється на зубріння: з нього випадає головна мета школи – загальний розумовий розвиток, формування допитливого розуму, виховання жаги до знань» [2].

Факультативні курси з фізики набули поширення, починаючи з 1967 р., з метою задоволення потреб школярів, що виявляють підвищену цікавість до предмету, розвитку цього інтересу, професійної орієнтації і підготовки учнів на основі поглибленого вивчення фізики і її головних технічних застосувань [3].

Майже два з половиною тисячоліття тому Конфуцій сказав: «Я чую і забуваю. Я бачу і запам'ятовую. Я роблю і розумію». Мел Зільберман, почесний професор Університету Темпла, перефразував мудрі слова таким чином: «Коли я тільки чую – я забуваю. Коли я чую і бачу – я трохи пам'ятаю. Коли я чую, бачу, ставлю питання і обговорюю з кимось ще – я починаю розуміти. Коли я чую, бачу, ставлю питання, обговорюю і роблю – я засвоюю знання і навички [4].

Факультативні заняття з фізики сприяють організації спільної навчальної діяльності педагога та учнів в атмосфері ділової співпраці, дискусійного роздуму, підтримуючого позицію учня себе як індивіда. Це дозволяє учням відчувати почуття власного відкриття в науці, пережити радість творчості та успіху, стимулює на кожному наступному етапі навчання нові прояви творчості, народжуючи новий успіх.

Сучасні діти неохоче сприймають готову інформацію: чи то література, чи математика, а тим більше фізика. Вони хочуть здобувати знання самі.

Вивчення фізики не повинно бути засвоєнням фрагментів знань, а стати захоплюючим процесом пізнання оточуючого світу та науки. У повній мірі реалізувати такі ідеї можна на факультативних заняттях.

Майже кожне практичне факультативне заняття починається із створення проблемної ситуації, її аналізу і підведення учнів до необхідності з'ясування певної проблеми. Діти висловлюють здогадки та гіпотези щодо її розв'язання. Дана проблема обговорюється, аналізується і знаходяться найраціональніші способи її вирішення.

Учні вчаться знаходити шляхи вирішення проблеми не в теорії, а шляхом спроб та помилок. У результаті такої діяльності вони одержують певну систему знань, які закріплюють поданим теоретичним матеріалом.

Створення проблемної ситуації заохочує до активної діяльності навіть тих учнів, яким важко даються точні дисципліни. Діти виявляють факти, які суперечать їхньому життєвому досвіду, або системі знань, яка в них створилася.

А це спонукає учнів з'ясувати суть питання, виявити причину невідповідності, знайти істину.

Наприклад, під час вивчення теми «Будова речовини» у 7 класі після короткої вступної бесіди про те, що всі фізичні тіла займають певний об'єм, учням пропонується таке питання: «У дві однакові мензурки наливаємо по  $50\text{ см}^3$  спирту і води. Який об'єм повинна займати суміш, якщо те, що міститься у двох мензурках, злити в одну?». Учні без коливань відповідають, що суміш повинна займати об'єм  $100\text{ см}^3$ . Потім демонструється дослід: після змішування води і спирту суміші стало менше порівняно з сумою їх об'ємів до змішування. Як пояснити явище, яке ви спостерігаєте? Чому так сталося? Експеримент видається парадоксальним. Проблемна ситуація, яка виникла, сприяє підвищенню пізнавальної активності, й учні висувають свої пропозиції. У ході обговорювання можливих варіантів розв'язання даної проблеми, з'являється думка про внутрішню будову речовини [5].

При ознайомленні дітей з поняттям густини та чинників від яких вона залежить створюємо таку проблемну ситуацію. Наливаємо в склянку підфарбовану воду та олію і за допомогою медичного шприца на поверхню олії наносимо краплі води підфарбованої в інший колір. І нарешті наливаємо спирт. Спостерігаємо цікаву картину: на дні вода, над водою олія, в об'ємі олії краплі води іншого кольору, а на поверхні спирт (рис. 1). Чому рідини не змішуються?

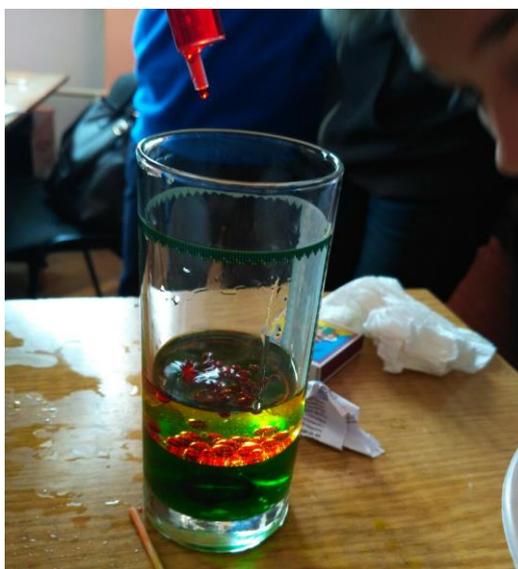


Рис. 1

Вивчаючи тему «Тиск рідин та газів» у 7 класі можна створити таку проблемну ситуацію: стакан з водою прикриваємо аркушем паперу і перевертаємо догори дном. Яка невидима сила утримує воду в стакані? (рис. 2)?



Рис. 2

Та ж сила присутня і в іншій демонстрації. Наливаємо в тарілку воду, у воду ставимо пластилін у який встромляємо сірники, підпалюємо їх і накриваємо склянкою. Чому після згоряння сірників вода втягується у стакан (рис. 3, рис. 4)?



Рис. 3



Рис. 4

Можна запропонувати учням такий дослід. Налити в поліетиленовий пакет воду, герметичного його закрити і наскрізь проколоти олівцями. Чому вода не витікає (рис. 5)?



Рис. 5

В скляну прозору посудину наливаємо воду кімнатної температури, на дно посудини кладемо тримачі для пробірок з барвниками, розведеними: один гарячою інший – холодною водою. Закривши пробірки пальцями рук опустимо їх на тримачі. Що спостерігаємо? Забарвлена вода з пробірки із гарячою водою піднімається на поверхню, а – холодна навпаки, опускається на дно. Учні мають пояснити побачений дослід застосовуючи набуті знання з природознавства в п'ятому класі.

Вивчаючи тему «Плавання тіл» перед учнями ставимо такий дослід. Три посудини з рідинами, у яких поміщено три однакові тіла: в першій посудині тіло плаває на поверхні, в другій – плаває в середині рідини, в третій тіло тоне [6].

Питання: Чому одне тіло поводить по-різному? Від яких чинників залежить поведінка тіла в рідині?

У 8 класі вивчаючи тему «Теплові явища» можна поставити перед учнями таке завдання. Як у спекотний день зберегти морозиво, яке ви не встигли з'їсти на перерві, у твердому стані до наступної перерви, якщо немає холодильника.

При вивченні теми «Електричний заряд та електромагнітна взаємодія» можна запропонувати дітям завдання за допомогою лише звичайного гребінця розділити суміш солі та меленого перцю на окремі компоненти, і таким чином проблемно підійти до вивчення явища електризації тіл (рис. 6).



Рис. 6

Поставити учня завдання, як повітряну кульку прикріпити до стіни без допоміжних засобів [7]?

У 9 класі вивчаючи розділ «Магнітне поле» [8] формулюємо проблему: як визначити сторони світу за допомогою звичайної голки і посудини з водою.

При вивченні молекулярної фізики у 10 класі учням пропонуються такі питання: «за однієї і тієї же температури середня кінетична енергія молекул усіх речовин однакова:  $E = \frac{3}{2}kT$ . Чому ж тоді за кімнатної температури та нормального атмосферного тиску метал перебуває у твердому, вода в рідкому, а кисень у газоподібному стані [9]?

Подібних прикладів можна навести безліч. Така постановка питання створює проблемну ситуацію. Учні під керівництвом учителя або самостійно аналізують раніше опанований навчальний матеріал, відшуковують відповіді для

розв'язання поставленої проблеми та формулюють обґрунтовані висновки. Дотримання принципу опори на життєвий досвід дозволяє учневі в процесі власної діяльності знаходити шляхи розв'язання проблеми.

На заняттях часто учні виготовляють прості прилади з підручних матеріалів (рис. 7).



Рис. 7

Набуті на уроках та факультативних заняттях здатності самостійно вирішувати поставлені завдання діти використовують у створенні своїх

тематичних проєктів, з якими успішно виступають на міських та обласних фізичних конкурсах.

Учні 8 класу вирішуючи проблему використання альтернативних джерел енергії розробили макет автономного холодильника, яким можна скористатися у місцях віддалених від традиційних джерел енергії (під час походів, екскурсій, тривалих поїздок, відпочинку на морі, річці чи озері) (рис. 8-10).

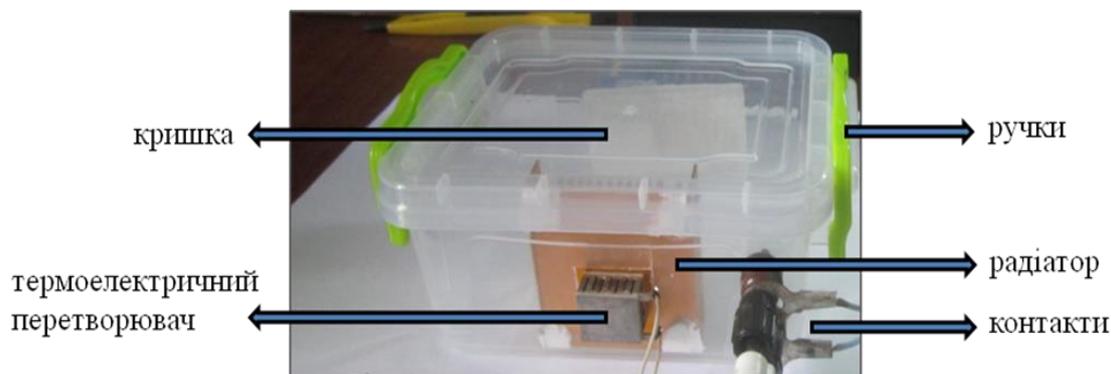


Рис. 8.

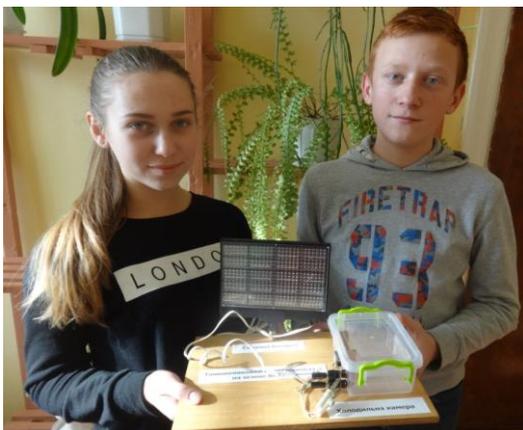


Рис. 9



Рис. 10

Останнім часом альтернативні джерела енергії викликають все більше жвавий інтерес з боку наших співвітчизників. Найпростішими з них у конструюванні є сонячні колектори, завдяки чому їхня частка в нетрадиційній енергетиці, особливо побутовій, надзвичайно велика. Тому, з учнями 9 класів на факультативних заняттях було реалізовано проєкт «Сонячний колектор з алюмінієвих банок», який можна використати для побутових потреб: підігріву приміщення на дачі, майстерні, курника, кімнати під стріхою тощо

Спочатку виготовили модель із картонної коробки та десяти алюмінієвих

банок, а згодом вже більший діючий сонячний колектор(рис. 11).

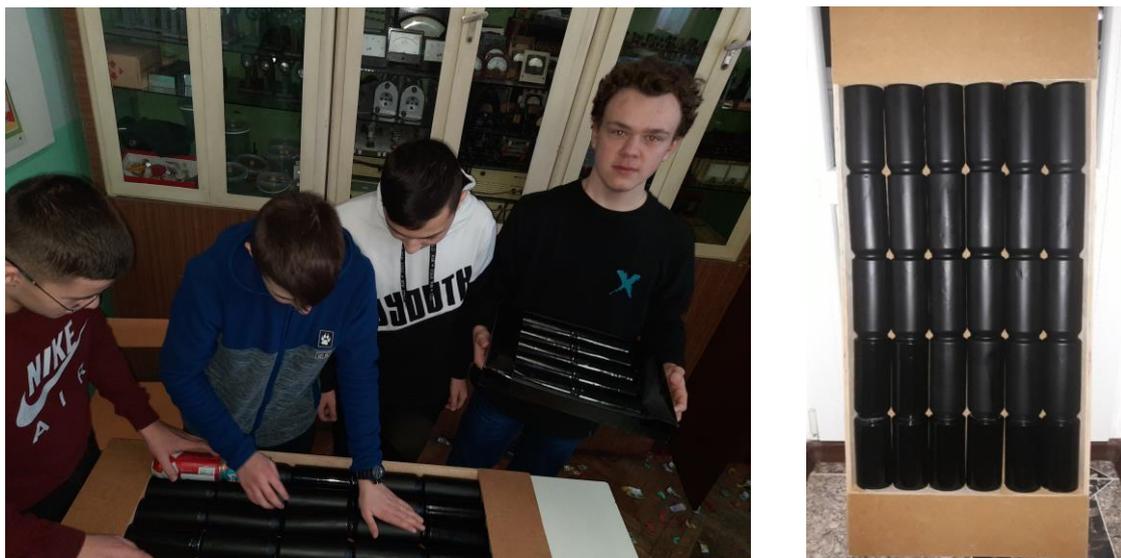


Рис. 11.

З учнями 10 класів реалізовано проект «Виготовлення макету вітрогенератора». Для виготовлення макету підібрано комплектуючі. Основним вузлом установки буде електричний генератор. Для цього використаємо велогенератор (динамо машину) (рис. 12). Його параметри такі: напруга до 6 В, потужність до 3 Вт. Вітроколесо сконструюємо зі старого повітряного вентилятора (рис. 13).

Тепер спробуємо все з'єднати і розмістити на щоглі. Для виготовлення щогли скористаємося котушкою від мережевого кабелю (рис. 14). За основу візьмемо дерев'яний круг діаметром 250 мм і товщиною 20 мм (рис. 15). Для естетичного вигляду покриємо його лаком. Скріплюємо всі деталі за допомогою шурупів і болтів.



Рис. 12. Динамо машина для електричного генератора вітрової установки



Рис. 13. Вітроколесо для вітрогенератора



Рис. 14. Деталь для щогли вітрогенератора



Рис. 15. Деталь для основи вітрогенератора

Основним завданням було розрахувати електричний блок вітрогенератора. Для того, щоб максимально ефективно використати для практичних потреб електричну енергію вироблену вітрогенератором проаналізовано можливі варіанти типових електричних схем і підібрано схему виправлення змінного струму з подвоєнням напруги (рис. 16).

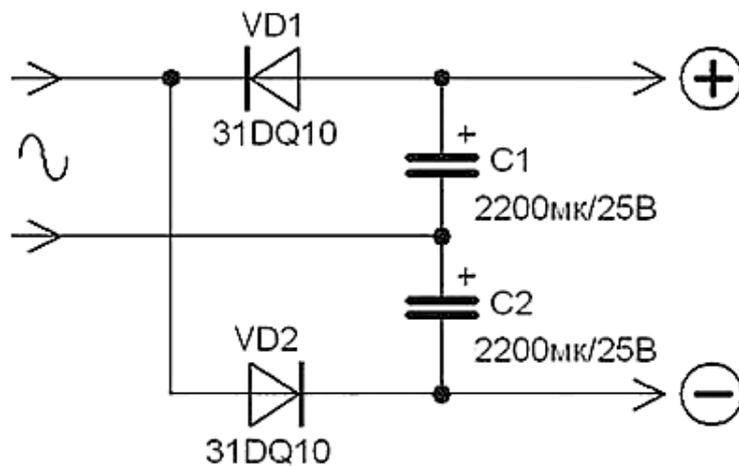


Рис. 16. Схема випрямлення змінного струму з подвоєнням напруги

Ця схема є цікавою тим, що вихідна напруга вітрогенератора 6 В подвоюється, а, як відомо, більшість гаджетів заряджаються від наруги 12 В.

З'єднаємо елементи електричного блоку та помістимо у пластикову коробочку з виведеними відповідними контактами (рис. 17). З'єднавши електричний блок з генератором (динамо машиною), одержимо макет вітрогенератора малої потужності (рис. 18).



Рис. 17. Електрична частина макету вітрогенератора



Рис. 18. Загальний вигляд макету вітрогенератора

Дітям можна запропонувати вдосконалити даний стенд. Зокрема, виготовити лопаті власноруч з металу та дещо більших габаритів для збільшення крутного моменту. В електричну схему генератора можна додати, наприклад, фотоелемент, який в автоматичному режимі, у нічний час вмикав би освітлення, а в день – заряджання акумуляторів.

Цікавий і сучасний проект було реалізовано на факультативних заняттях з учнями 11 класу «Макет двокаскадного сонячно-термоелектричного модуля».

При проектуванні макету враховано сучасні досягнення в галузі гібридних систем генерування електричної енергії. Перед монтуванням стенду підбрано його комплектуючі. Сонячний модуль змонтуємо з кремнієвої пластини. На сьогоднішній день в інтернет магазинах існує безліч пропозицій таких пластин за досить помірними цінами. Ми підбирали пластини, які б підійшли за габаритами до термоелектричного перетворювача (елементу Пельтьє). У нашому випадку використано термоелектричний елемент типу TEC1-12710 (рис. 19). Тому, зупинилися на пластинах загальний вигляд яких представлено на рис. 20.

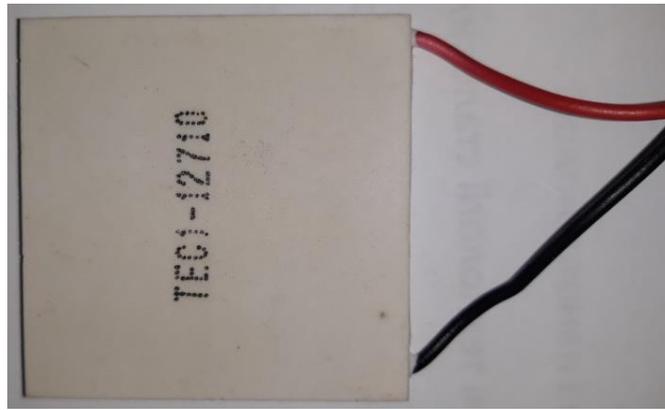


Рис. 19. Термоелектричний елемент

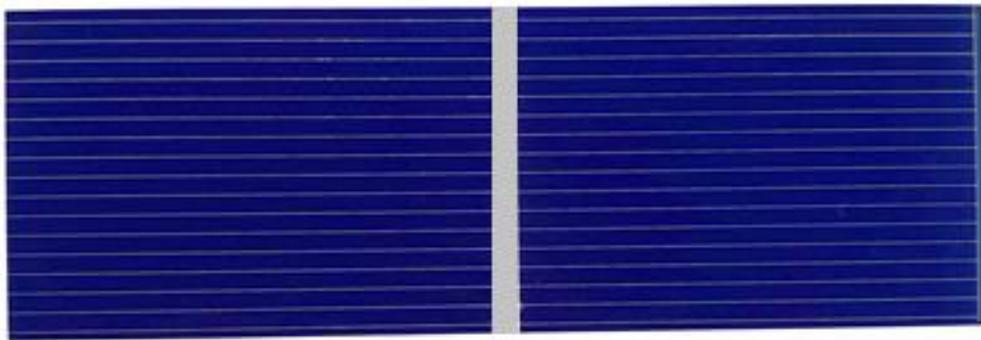


Рис. 20. Кремнієві пластини для сонячних батарей

Як видно з рис. 20 пластина складається вузьких смужок з'єднаних посередині металічною доріжкою, до якої буде зручно припаяти контакти. Для контактів підібрано срібні дротини, які припаяно до пластини індієвим припоєм (рис. 21).



Рис. 21. Припаювання срібних контактів

Термічні елементи Пельтьє типу TEC1-12710 використовується в ситуаціях, коли необхідно охолодження з невеликою різницею температур або енергетична ефективність охолоджувача не важлива. Їхня будова представлена на рис. 22.

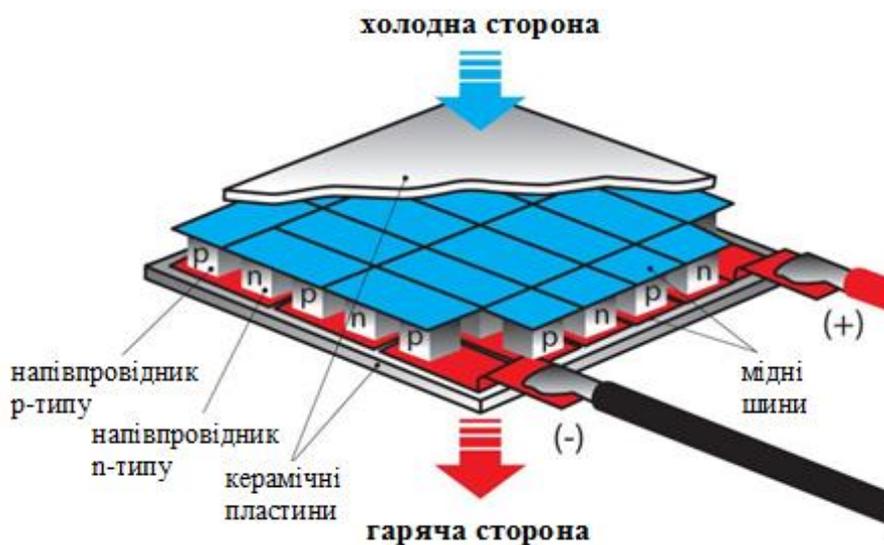


Рис. 22. Будова термоелектричного елемента

Принцип роботи елемента Пельтьє полягає у тому, що якщо існує різниця температур між його поверхнями, то на контактах виникатиме напруга.

Наша модель термоелектричного перетворювача TEC1-12710 має такі характеристики:

робоча напруга: 12 В;

максимальна напруга: 17,4 В (при температурі гарячої сторони 50°C);

робочий струм: 10,5 А;

максимальна різниця температур між сторонами: 75°C;

споживана потужність: 154 Вт;

максимальна потужність охолодження: 96 Вт;

розміри: 40x40x3,3 мм;

довжина проводів: 27 см.

Для ефективного тепловідведення з однієї сторони термоелектричного елемента використано радіатор від персонального комп'ютера (рис. 23). Саме

на ньому будемо монтувати наш модуль.

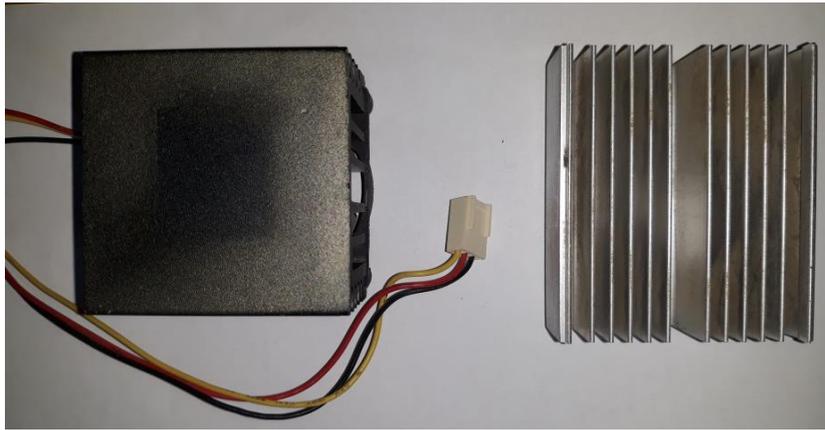


Рис. 23. Радіатор від комп'ютера

Спочатку закріплюємо на радіаторі Елемент Пельтьє, а тоді на ньому – сонячний модуль (рис. 24). Обидва елементи з'єднуємо послідовно.

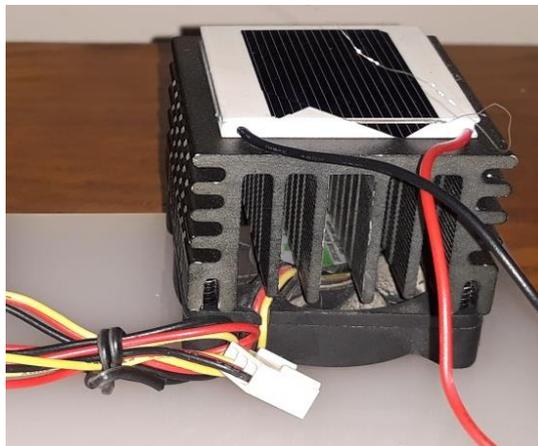


Рис. 24. Монтування двокаскадного сонячно-термоелектричного модуля

Для контролю генерованої напруги нам знадобиться тестер або лампочка.

Тепер всі елементи треба розмістити на одній платформі. Виготівимо її з текстоліту. Для ніжок платформи використаємо мебельні елементи (рис. 25).

Всі комплектуючі закріпимо на платформі за допомогою гарячого клею. В результаті загальний вигляд макету двокаскадного сонячно-термоелектричного модуля буде таким (рис. 26).



Рис. 25. Платформа для двокаскадного сонячно-термоелектричного модуля



Рис. 26. Загальний вигляд стенду двокаскадного сонячно-термоелектричного модуля

Отже, сонячне світло потрапляючи на модуль буде освітлювати сонячний елемент і нагрівати одну сторону термоелектричного перетворювача, в результаті вони генеруватимуть напругу, що можна фіксувати за світінням лампочки, або за допомогою тестера. Для цього передбачені спеціальні контакти.

Одержану напругу можна використати для живлення елементів мікроелектроніки, а при максимальній ефективності навіть для заряджання акумуляторних елементів.

У 9 класі, розкривши тему внутрішнього відбивання, учні на факультативних заняттях виготовили нічник з використанням оптичних світловодів для підсвічування побутового приміщення (рис. 27, рис. 28).



Рис. 27



Рис. 28

Учні 10 класу вивчаючи механіку та молекулярну фізику на факультативних заняттях сконструювали з підручних матеріалів мембранний компресор (рис. 29, 30), який можна використовувати для побутових потреб, наприклад, для невеликого акваріуму.

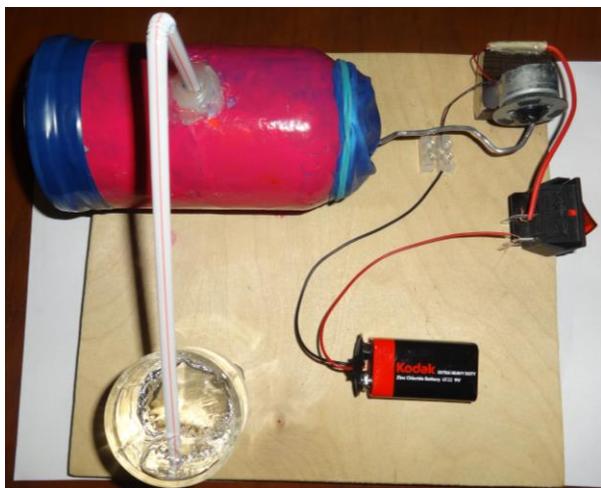


Рис. 29



Рис. 30

Учасники факультативу беруть активну участь у міських та обласних конкурсах, турнірах юних фізиків (рис. 31).



Рис. 31

На факультативних заняттях успішно реалізовується технологія проблемного навчання, яка є однією з провідних педагогічних технологій. Вона дозволяє організувати навчання, при якому вчитель забезпечує оптимальне поєднання самостійної діяльності учнів із засвоєнням ними нових знань. Можливість поставити перед собою проблему і самостійно її вирішити, допомагає дитині розумово розвиватися. Кожен учень може відкрити щось нове для себе, проявити творчість, чи бодай краще засвоїти матеріал. В таких умовах здобувачам цікаво вчитися, вони розвиватися як особистості, зростає повага до вчителя та самоповага.

Отже, факультативні заняття сприяють не тільки ефективному навчанню, а й кращому вмінню дітей жити в реальному швидкозмінному світі, критично мислити та бути всебічно розвинутою творчою особистістю.

## Список літературних джерел

1. Закон України «Про освіту» від 5 вересня 2017 року № 2145-VIII. URL: <http://tnpu.edu.ua/news/4894/>
2. Юровчик В.Г. Проблемне навчання як метод організації навчальної діяльності учнів. *Педагогічний пошук*. Т. 9, №3. 2016. С. 28-29.
3. Факультативні заняття, їх значення, короткий аналіз змісту факультативних курсів з фізики. URL: <https://studfile.net/preview/9310351/page:17/>
4. Загальні положення розвитку stem-освіти в сучасному світі. URL: <http://dspace.luguniv.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/4570/1/IGNATUCHA.pdf>
5. Проблемний метод навчання як засіб розвитку творчих здібностей учнів на уроках фізики. URL: [https://maksymivka.ucoz.ua/publ/dopovid\\_z\\_fiziki\\_olkhovskoj\\_i\\_n\\_g\\_na\\_metodichne\\_ob\\_39\\_ednannja/1-1-0-3](https://maksymivka.ucoz.ua/publ/dopovid_z_fiziki_olkhovskoj_i_n_g_na_metodichne_ob_39_ednannja/1-1-0-3)
6. Фізика: підручник для 7 класу загальноосвітніх навчальних закладів / В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова та ін. Харків: Ранок, 2015. 256 с.
7. Фізика: підручник для 8 класу загальноосвітніх навчальних закладів / В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова та ін. Харків: Ранок, 2016. 240 с.
8. Фізика: підручник для 9 класу загальноосвітніх навчальних закладів / В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова та ін. Харків: Ранок, 2017. 272 с.
9. Фізика: підручник для 10 класу загальноосвітніх навчальних закладів / В.Г. Бар'яхтар, С.О. Довгий, Ф.Я. Божинова та ін. Харків: Ранок, 2017. 272 с.

# АЕРОДИНАМІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПАПЕРОВИХ ЛІТАЧКІВ (учнівський проект)

Федуняк Олеся Ігорівна,  
старший учитель ліцею №1 імені Івана Франка  
Дрогобицької міської ради, вчитель вищої кваліфікаційної категорії

## Зміст

<b><u>ВСТУП</u></b> .....	Ошибка! Закладка не определена.
<b><u>Розділ I.Аеродинаміка та її використання в побуті</u></b> .....	79
<u>1.1.Аеродинаміка</u> .....	79
<u>1.2.Аеродинаміка і спорт</u> .....	80
<u>1.3.Аеродинаміка комах</u> .....	81
<b><u>Розділ II.Загальні відомості про паперові літачка</u></b> .....	83
<u>2.1.Коли був придуманий літачок з паперу</u> .....	83
<u>2.2.Які бувають паперові літаки</u> .....	85
<u>2.3. Що потрібно приготувати для створення моделі?</u> .....	85
<u>2.4. Основні принципи створення літачка</u> .....	86
<b><u>Розділ III.Види паперових літачків</u></b> .....	86
<u>3.1.Класична модель</u> .....	86
<u>3.2. Літальний паперовий апарат «Стріла»</u> .....	87
<u>3.3.Літачок «Глайдер»</u> .....	88
<u>3.4. Літак «Яструбине око»</u> .....	89
<b><u>Розділ IV. Цікаві факти про паперові літачки</u></b> .....	90
<b><u>Розділ V.Дослідницька частина роботи</u></b> .....	93
<b><u>ВИСНОВОК</u></b> .....	96
<b><u>ДЖЕРЕЛА</u></b> .....	96
<b><u>ДОДАТКИ</u></b> .....	97

**Мета:** Основною задачею нашого проекту є знайомство із основними принципами аеродинаміки теоретичним та експериментальним шляхом. Ми проведемо чисельні досліди із літачками і розробимо свій найефективніший варіант паперового літачка та перевіримо його аеродинамічні властивості.

**Актуальність дослідження:** полягає в тому, що знання основних принципів аеродинаміки, не тільки збагачують теорію аеродинаміки, а й дозволяють використовувати їх у житті, економіці (авіації, ракетобудуванні, наземному та морському транспорті, метеорології, екології, сільському господарстві, містобудуванні).

**Завдання науково-дослідницької роботи:** визначення оптимальних форм повітряного апарату та впливу факторів зовнішнього середовища на швидкість та дальність польоту паперового літачка.

**Об’єкт дослідження:** конструкції паперових літачків.

**Предмет дослідження:** сукупність теоретичних та експериментальних досліджень.

**Методи дослідження:** аналіз та узагальнення відповідної літератури і результатів експериментальної діяльності щодо вивчення даної проблеми.

**Гіпотеза:** “Аеродинаміка – це наука про те, чому літає літак, а крилами не махає?”

Сучасні діти надають перевагу сидіти цілими днями за комп’ютером або біля телевізора і батькам дуже важко змусити їх вийти погуляти на вулицю. Але якщо дитина і піде погуляти, то буквально через півгодини він повертається додому, так як на вулиці йому просто нічим зайнятися. І тут ініціатива повинна перейти до батьків – займіть свого сина чи доньку чимось цікавим, відірвіть його від монітора. Урізноманітнити дозвілля будь-якої дитини може паперовий літачок. Практично всі люди робили такі вироби і, здавалося б, який від цього толк, крім забави? Але паперові літачки стали популярною іграшкою в усьому світі і для багатьох людей це заняття стало справжнім хобі і тому деякі умільці знають не тільки, як скласти літачок з паперу, але і беруть участь в справжніх

змаганнях. Ці вироби винайшли більш двох тисяч років тому, але їх популярність з часом згасла. Проте з'явилися любителі паперових виробів, які принесли паперового моделювання визнання. Такий іграшковий літак вважається найпоширенішою формою аерогамі – це одна з гілок орігамі, японського мистецтва складання паперу. Нехитра іграшка, яка нічого не коштує, надовго приверне непосидючого малюка, розвиваючи його творчий потенціал, акуратність і моторику. Тому робимо літачки з аркуша паперу і досліджуємо їх аеродинамічні властивості.

## **Розділ І. Аеродинаміка та її використання в побуті**

### **1.1. Аеродинаміка**

Роздуми людини над аеродинамічними по суті проблемами, мабуть, мали місце в далекі доісторичні часи. Все починалося з природного бажання стародавньої людини повторити політ птаха в повітрі. Про це свідчить і широко відомий давньогрецький міф про Дедала та Ікара. Але перші кроки, які започаткували рух до сучасної наукової аеродинаміки, були зроблені лише в елліністичний період розвитку давньогрецької культури. Особливо слід відзначити Арістотеля, який зрозумів, що повітря має вагу. Разом з досягненнями Архімеда в розумінні сутності плавання тіл, це дійсно формувало підвалини для постановки та розв'язання проблеми польоту об'єктів, що важчі за повітря. Значні подальші кроки в розвитку аеродинаміки пов'язані з діяльністю видатної особистості – Леонардо да Вінчі. Він зрозумів, що саме рух крила відносно повітря є причиною виникнення підйомної сили. Він запропонував декілька проектів орнітоптерів, пристроїв, що мали копіювати поведінку крил птахів під дією мускульної сили людини. Жоден з цих проектів не було реалізовано.

Аеродинаміка - розділ механіки суцільних середовищ, в якому метою досліджень є вивчення закономірностей руху повітряних потоків та їх взаємодії з перешкодами та рухомими тілами. Більш загальним розділом механіки

є газова динаміка, в якій вивчаються потоки різних газів. Традиційно до газової динаміки відносять по суті задачі аеродинаміки при русі тіл з швидкостями, що близькі або перевищують швидкість звуку в повітрі. При цьому важливо враховувати стисливість повітря.

Дослідження в аеромеханіці пов'язані з визначенням таких характеристик потоків як швидкість частинок середовища, густини, тиску, температури як функцій простору і часу. Після їх визначення в кожній конкретній ситуації стає можливим обчислення сил та моментів сил, що діють на тіло в потоці. Як наукова дисципліна аеродинаміка послуговує базою для вирішення широкого кола прикладних задач. Для одержання відповіді на питання в аеродинаміці використовуються експериментальні та теоретичні методи. Особливого значення в сучасних умовах набувають методи комп'ютерної аеродинаміки.

## **1.2. Аеродинаміка і спорт**

Результати досліджень в аеродинаміці мають важливе застосування не лише в авіації та наземному транспорті. Зараз важко вказати вид спорту, в якому б підвищення результатів не було б пов'язано з досягненнями аеродинаміки. Широко відомі факти польоту футбольного м'яча по криволінійній траєкторії можна зрозуміти лише на основі аеродинамічних досліджень. Такі дослідження можуть також надати рекомендації відносно методів керування характеристиками такого польоту.

Аеродинаміка спортивних м'ячів є важливою областю прикладної механіки. У відповідь на запит з цього питання одна з наукових баз даних пропонує більш ніж півтори тисячі наукових статей. Дослідження, в основному, проводяться в аеродинамічних трубах в широкому діапазоні швидкостей потоку. Перш за все в них з'ясовується вплив на аеродинамічні характеристики різних відхилень від форми ідеальної сфери. Дослідження футбольного м'яча, наприклад, пов'язані з вивченням впливу змін в технології його виготовлення на аеродинамічні характеристики. Так, до 1970 року оболонка м'яча формувалася з 17 шматків шкіри. Потім почали використовувати синтетичні

матеріали і кількість частин зменшилася до 14. Вплив таких змін детально досліджується в. Автори дослідили також м'яч з оболонкою, сформованою з 32 фрагментів. Було встановлено залежність опору від швидкості польоту та певне зростання опору м'яча з 32 фрагментами оболонки. Для всього діапазону швидкостей польоту м'яча до швидкості 90 км/год опір виявився меншим, ніж опір ідеальної сфери. Дуже цікавою є аеродинаміка м'яча для гольфу, в якого «навмисне» формуються відхилення від сферичної форми.

Особливий інтерес до питань аеродинаміки виявляється в зв'язку з розвитком професійного велоспорту. Глибокий аналіз прикладних наукових задач, що забезпечують зростання результатів в цьому виді спорту представлено в монографії. Серед цих задач чільне місце посідають задачі аеродинаміки. На швидкості близько 50 км/год аеродинамічний опір велосипедиста становить близько 90% від загального опору рухові. Саме боротьба за кожен відсоток зниження опору зумовлює і форму шолома, і одяг і конструкцію велосипеда. Останнім часом розглядається можливість відходу від використання круглих трубок в елементах велосипеда. Спостерігаючи за велогонкою майже завжди можна бачити групу гонщиків, які тримаються дуже близько один до одного. Результати комп'ютерного моделювання руху такої групи показують, що при відстані між гонщиками в 10 см в групі з 6-8 осіб можливо зниження опору на величину до 30%.

### **1.3. Аеродинаміка комах**

Величезна кількість комах в процесі еволюції розвинула здатність літати. При цьому вони застосовують складні екзотичні механізми для утворення нестационарних ефектів, що забезпечують надзвичайно високі аеродинамічні характеристики та маневреність польоту. Наприклад, швидкість польоту деяких бабок може сягати 25 м/с, прискорення – 130 м/с, сумарна сила тяги може в 13 раз перевершувати вагу тіла, а розвернутись на 180° бабка може за три махові цикли. Спостереження за польотом комах стимулювало інтерес до питань аеродинаміки польоту як аеродинаміків, так і біологів. При цьому

частота махів крил може досягати 1000 Гц. Вивчення аеродинаміки комах дає базу для створення літаючих мікророботів. Рівнокрилі бабки є найшвидшими літаючими комахами

З точки зору аеродинаміки маємо начебто таку ж ситуацію як і з літаком – здатність літати у живої істоти, що важча за повітря. Проте на відміну від стаціонарної циркуляційної сили Жуковського, яка утворюється на крилах літаків, природа сил, що виникають на крилах комах є, як правило, інерційно-вихрова і принципово нестационарна, через що внесок миттєвих приєднаних мас домінує. З усіх кромок крил сходять вихрові шари, які уздовж передніх кромок утворюють вихрові структури, приєднані до них при морфологічному маху вниз (фазі пронації). Завдяки цим вихорам над крилами утворюються зони пониженого тиску, які спричиняють збільшення корисних навантажень. Після цього крила миттєво розвертаються (фаза супінації) і здійснюють морфологічний мах уверх під малими кутами атаки, потім знов розвертаються і все повторюється заново. Однак у 1973 році Вейс-Фо відкрив більш складний механізм "хлопок-та-ривок", який застосовують деякі маленькі комахи при нормальному тріпотливому польоті (зависанні). Оскільки у фазі "хлопку" передні, а у фазі "ривку" – задні кромки крил наближені одна до одної, це призводить до утворення більш інтенсивних вихорів при морфологічному маху вниз та створює ефект реактивного струменя наприкінці циклу.

Значну роль у вивченні особливостей польоту комах відіграє комп'ютерне моделювання. Проте побудова достовірних теоретичних моделей махів крил комах неможлива без знання точної тривимірної кінематики руху їх точок. Першими були спроби застосування однієї високошвидкісної телекамери для експериментів з прив'язаними комахами в аеродинамічній трубі, потім – для експериментів з комахами у вільному польоті і тільки останнім часом з'явилась можливість застосування одночасно трьох високошвидкісних цифрових відеокамер зі швидкістю 5000 кадрів на секунду. Побудовані також роботизовані динамічно масштабовані моделі крил комах. Це дозволяє обійти декілька складних експериментальних проблем: урахування внеску сил інерції

крил, синхронізація кінематики та навантажень на крилах, достовірність, точність вимірювань, тощо, однак має головний недолік – штучність та спрощеність законів руху крил. Незважаючи на велику кількість лабораторних досліджень та розрахунків в рамках різних математичних моделей, низка питань аеродинаміки комах залишаються дискусійними.

Зараз ви дізнаєтеся багато способів, як зробити літачок з паперу. До цього дня, особисто я знала два способи, а ви? Паперовий літак (літачок) – іграшковий літак, зроблений з паперу. Ймовірно, він є найбільш поширеною формою аерогамі, однієї з гілок оригамі (японського мистецтва складання паперу). По-японськи такий літак називається ками Хікок (ками = папір, Хікок = літак). Ця іграшка популярна через свою простоту - виготовити її просто навіть новачкові в мистецтві складання паперу. Найпростіший літачок вимагає лише шести кроків для повного складання. Також паперовий літачок можна скласти з картону.

## **Розділ II. Загальні відомості про паперові літачки**

Згадайте, як ви любили цю просту іграшку в дитинстві і як складали з паперу літачки разом з друзями. Але дитинство минуло, і багато батьків просто забули, як це робиться. Не біда, я підкажу вам, як зробити літачок з паперу і ваше дитя буде невтомно запускати його разом з вами, надовго забувши про комп'ютери. Практично всі люди робили такі вироби і, здавалося б, що в цьому цікавого, крім забави? Але паперові літачки стали популярною іграшкою в усьому світі і для багатьох людей це заняття стало справжнім хобі і тому деякі умільці знають не тільки, як скласти літачок з паперу, але і беруть участь в справжніх змаганнях.

### **2.1. Коли був придуманий літачок з паперу**

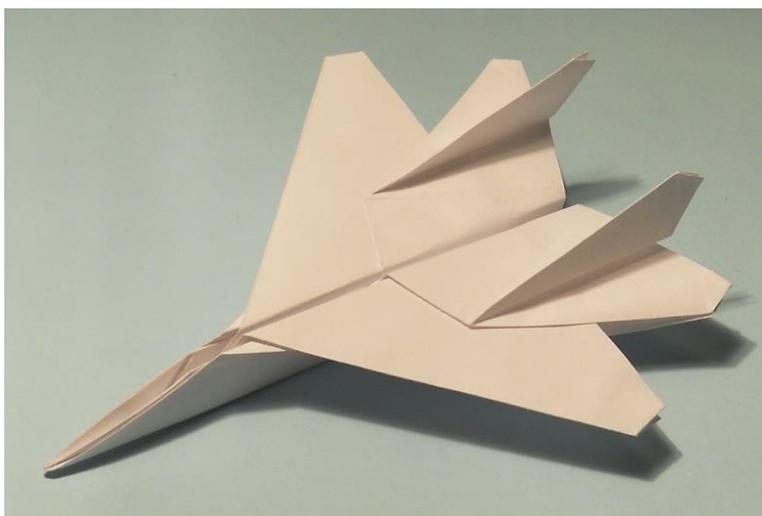
Використовувати папір для створення іграшок, як вважають вчені, почали 2000 років тому в Китаї, де виготовлення і запуск повітряних зміїв були

популярною формою проведення часу. Хоча цю подію можна розглядати як джерело сучасних паперових літаків, неможливо з упевненістю сказати, де точно стався винахід повітряного змія; у міру перебігу часу з'являлися все більш красиві конструкції, а також види зміїв з поліпшеними швидкісними і вантажопідйомними характеристиками. Найдавнішою відомою датою створення паперових літаків слід визнати 1909 рік. Проте, найбільш поширена версія часу винаходу і імені винахідника – 1930 рік, Джек Нортроп – співзасновник компанії Lockheed Corporation. Нортроп використовував паперові літаки для тестування нових ідей при конструкції реальних літаків. З іншого боку, можливо, що паперові літаки знали ще в вікторіанській Англії. Ці вироби винайшли більш двох тисяч років тому, але їх популярність з часом згасла. Проте з'явилися любителі паперових виробів, які принесли паперового моделювання визнання. Такий іграшковий літак вважається найпоширенішою формою аерогамі – це одна з гілок орігамі, японського мистецтва складання паперу. Датою створення цієї поробки вважається 1909 рік, але більш популярною датою є 1930 рік і ім'я творця паперового літачка – Джек Нортроп, який був засновником компанії аеродинаміки Lockheed Corporation. Його дуже зацікавило, як робити літаки з паперу, але чому у дорослого чоловіка виникло таке бажання? Використання в повітрі цієї поробки знадобилося засновнику компанії для того, щоб протестувати свої нові ідеї для подальшої конструкції справжніх літаків.

У сучасному світі проводять міжнародні змагання з тривалості польоту авіації з паперу. Зрозуміло, що переможцем буде той умілець, який зробив паперовий літачок який найдовше літає. Кожен рік проходить чемпіонат із запуску паперових моделей. У 1998 році був зафіксований рекорд по тривалості польоту літака з паперу в приміщенні, він потрапив у книгу рекордів Гіннеса і склав 27,6 секунди. Тому таке захоплення можна сміливо назвати своєрідним видом спорту. Зробіть і ви такі змагання разом зі своїми дітьми та їхніми друзями, і ви побачите, що до такого захоплюючого заняття не буде байдужим ні одна дитина.

## 2.2. Які бувають паперові літаки

Ці вироби бувають різних видів, і вважається, що скласти з паперу їх може навіть новачок. Якщо ви зібралися робити літачки з паперу, схеми цих виробів бувають як прості, так і складні. У найпростішій схемі може бути п'ять або шість пунктів дії. Але є і більш складні схеми, їх все можна пошукати в Інтернеті. Зрозуміло, що складені за різними схемами моделі ведуть себе і в повітрі по-різному і приземляються теж неоднаково. Одні моделі зроблені з тонкого і м'якого, а інші зі щільного паперу. Одні літаки літають прямолінійно, а інші здатні літати по звивистій траєкторії.



Приклад красивої та складної моделі паперового літачка

## 2.3. Що потрібно приготувати для створення моделі?

Якщо ви цікавитесь, як робити паперові літачки і що для цього потрібно, то відразу ж скажемо, що сильно витратитися на дурничку не доведеться. Можна зробити такий літальний апарат з будь-якого паперу, візьміть аркуш формату А4, але в принципі великого значення розмір листа не має. Найголовніше – щоб він був квадратний або прямокутний. Тому вам потрібен один папір. До речі, раніше багато діти робили такі вироби із звичайної газети, і виходило досить непогано.

Багато діток мають особливу тягу до творчості. В цьому випадку можна взяти олівці або фломастери, наклейки тощо і надати за допомогою оригінальних елементів неповторний дизайн вашому виробу. Дітлахи

обоюжують оригами, і цей процес принесе їм масу задоволення. Створення паперового літачка який довго літає буде для малюка не тільки захоплюючим, але й корисним і ось чому:

- ✓ під час складання паперу у дитини розробляються пальці рук;
- ✓ ваш малюк навчиться творчо мислити і включати свою уяву;

дитина сконцентрує свою увагу на певному процесі і буде працювати разом з вами за певним планом – а це дисциплінує.

## **2.4. Основні принципи створення літачка**

Папір є матеріалом який легко згинається , працювати з ним – одне задоволення, але правильно складена паперова модель буде досить міцною і задана форма збережеться надовго. Під час роботи з папером чітко дотримуйтесь інструкцій. Потрібно гарненько пропрасувати по кілька разів згини, складаючи папір відповідно за схемою літачок з паперу. Поспішати не треба, чим акуратніше будете складати папір – тим краще вийде ваш літальний апарат. Тривалість польоту по часу і дальність літака будуть залежати від багатьох нюансів. І якщо ви хочете разом з дитиною зробити паперовий літачок, який довго літає, то приділіть увагу таким його елементам:

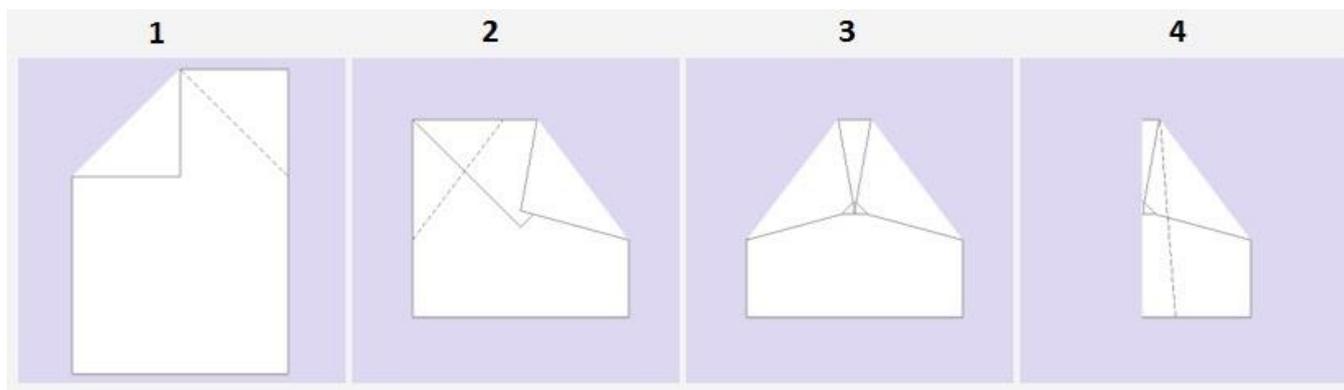
- ✓ хвосту. Якщо хвіст виробу складений неправильно, то літак не буде літати;
- ✓ крилам. Стійкість виробу допоможе збільшити загнуту форму крил;
- ✓ товщині паперу. Матеріал для виробу потрібно брати легший і тоді ваша «авіація» буде літати набагато краще. Також паперовий виріб повинен бути симетричним. Але якщо ви будете знати, як з паперу зробити літачок – все у вас вийде правильно.

## **Розділ III. Види паперових літачків**

### **3.1. Класична модель**

Це найпростіша модель літачка і для її створення вам доведеться виконати наступні дії:

- ✓ приготуйте звичайний альбомний листок паперу. Покладіть його перед собою короткою стороною, і ми розповімо далі, як зробити з паперу літачок;
- ✓ зігніть аркуш навпіл і відмітьте його середину. Утворилася складку не загладжуйте;
- ✓ знов розгортаєте лист і тепер треба скласти його верхній кут таким чином, щоб він стикався з отриманої центральною лінією;
- ✓ аналогічні дії виконуємо і з верхнім правим кутом листка;
- ✓ тепер ще разок розгорнемо паперовий аркуш. Потрібно буде знову складати праве з лівим верхні кути, але тепер треба, щоб вони трошки не доходили до центральної лінії. Тобто, вони будуть йти трохи навскоси і при цьому зовсім не закриють трикутник, який ви склали раніше;
- ✓ продовжуємо робити далі літачок з паперу своїми руками. Тепер загинаємо маленький куточок таким чином, щоб він утримував всі кути, загнуті до цього моменту;
- ✓ у завершенні процесу зігніть навпіл виріб, і трикутник буде вилазити з нього назовні. Сторони загніть у напрямку до центральної складці і можете запускати вашу техніку.



За цією схемою робиться класична модель паперового літачка

### 3.2. Літальний паперовий апарат «Стріла»

Спочатку будемо робити класичний варіант «стріли», а потім ви дізнаєтеся, як з паперу робити літачки, які схожі на класичні «стріли», але робляться трошки по-іншому.

Маєте на столі аркуш паперу довгою стороною до себе і зігніть його вздовж навпіл. Тепер потрібно кути три рази загинати до країв таким методом, щоб після кожного нового кут згину в два рази ставав менше.

Деякі користуються транспортиром, але якщо кути постійно складати до нижнього краю літака і лінії будуть збігатися – транспортир не знадобиться.

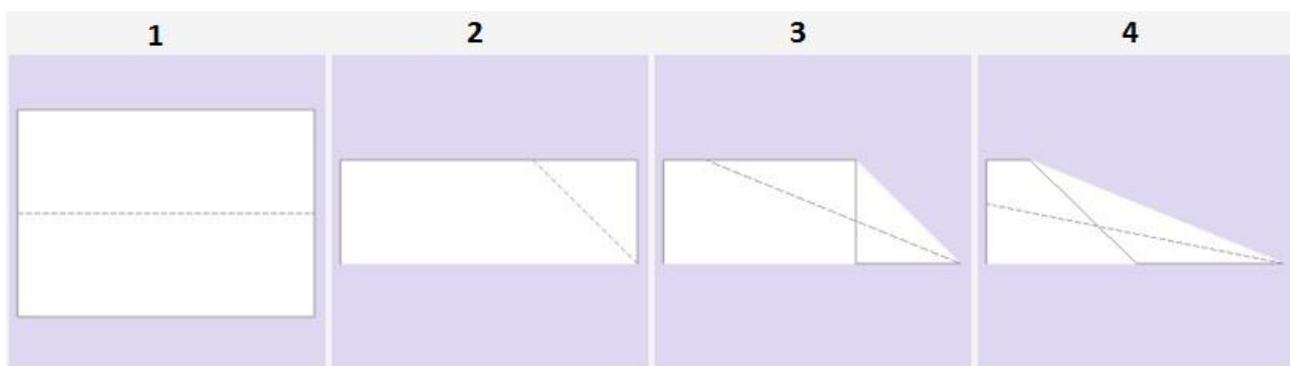
Коли будете в третій раз загинати кути – отгибаєте їх назад до 90 градусів і таким чином ви зробите крила літака.

Це теж прості моделі паперових літачків і будь-якій дитині не складе труднощів зробити таку техніку під вашим чуйним керівництвом.

#### Модель «Стріли» № 2

Ця модель паперового літачка схожа на класичну «стрілу», але робити її потрібно трохи інакше. Ваші дії наступні:

- ✓ звертаємо паперовий аркуш навпіл по його довгій частині. Верхні кути згинаються до лінії посередині два рази;
- ✓ зігніть навпіл гострий кінець до краю розходяться крил моделі. Потім можна заготівлю згинати посередині;
- ✓ вам залишається лише виділити крила. Для цього їх треба зігнути рівно до центральної лінії і ваш «винищувач» готовий.



За цією схемою робиться модель «Стріла»

### 3.3. Літачок «Глайдер»

Цей виріб відрізняється відмінними льотними властивостями. Берете листок паперу і складіть його навпіл. Потім розгортаєте, і розмістите отриманим згином наверх. Куточки листа потрібно загнути всередину. У вас

вже є зазначена згином серединка листка, і трикутники просто зробити рівними. Чим все буде рівнею, тим краще вийде паперовий літак, який літає довго. Поділяєте візуально кожен з сторін навпіл і за цим надуманим лініям знову згинаєте куточки. Не потрібно перед цим листок перевертати. У вас повинен вийти гострий і довгий носик літака. Його слід загнути так, щоб він виходив за край зігнутих куточків не набагато – лише на кілька міліметрів. Тепер виріб складаємо навпіл, при цьому тильна сторона паперового листка повинна піти усередину. Згинайте за старою позначкою, адже спочатку ви вже листок згинали. Тепер залишається відігнути крила виробу так, як вам хочеться – можете робити їх широкими або вузькими, експериментуючи з шириною загинається частини. Ось ви і дізналися, як з паперу зробити літачок «Глайдер».

### **3.4. Літак «Яструбине око»**

Ця модель літачка буде складніше, але якщо ви вже вмієте робити прості моделі, то впораєтеся і з цим виробом.

Пристаємо до роботи:

- ✓ візьміть товстий прямокутний аркуш паперу і додайте його короткою стороною до себе;
- ✓ відзначаєте середню лінію, складаючи аркуш навпіл;
- ✓ загніть один з верхніх кутів так, щоб верхня частина листа збігалася з частиною бічної. Так само поступите і з другим кутом;
- ✓ у вас утворилася своєрідна хрестовина. Її бічні частини притиснемо до середньої лінії листка і згином добре всі лінії загинаємо. Правий куточок верхньої частини листка треба загнути так, щоб він знаходився на одному рівні з лінією верхньої частини. Але при цьому згин потрібно зробити так, щоб до середньої лінії залишився приблизно один сантиметр. Такі ж дії виконайте і з другою стороною. Відстань в сантиметр потрібно для зазору між рогами в передній частині літачка і потрібно, щоб проміжок був достатнім;

- ✓ якщо вам цікаво, як складається літачок з паперу, то тепер належить виконати найскладніші дії. Тепер потрібно зігнути отримані «роги» літака ще вдвічі. Утворюється надлишок, його загорніть всередину;
- ✓ нижня кутова частина листка загортається тому – від вас у зворотний бік. Лінію згину потрібно робити точно до того місця, звідки виходять «роги» літака. Процес виготовлення цього літачок з паперу своїми руками майже завершено;
- ✓ залишається скласти виріб навпіл, по центру і спорядити крилами літак. У крил буде дві частини – внутрішня повинна бути паралельна підлозі, а зовнішні частини трошки йдуть вгору. Залишається розфарбувати модель і запускати її, але варто відзначити, що кінці носика у літака дуже гострі і для дуже маленьких дітей такі вироби не підійдуть.

#### **Розділ IV. Цікаві факти про паперові літачки**

Багато хто з нас бачили, а може і робили паперові літачки і запускали їх, смлячись, як вони ширяють у повітрі. А чи замислювалися ви, хто першим створив паперовий літак і навіщо? Сьогодні паперові літаки роблять не тільки діти, але і серйозні авіабудівні компанії - інженери і дизайнери. Як, коли і для чого використовувалися і досі використовуються паперові літачки, можна дізнатися тут. Трохи історичних фактів, пов'язаних з літальними апаратами з паперу:

- ✓ Перший паперовий літачок був створений близько 2000 років тому. Вважається, що першими, хто придумав робити літачки з папери, були китайці, які також захоплювалися створенням літаючих зміїв з папірису.



- ✓ Використовувати папір для польотів вирішили брати Монгольф'є – Жозеф-Мішель і Жак-Етьєн. Саме вони винайшли повітряна куля і використовували для цього папір. Сталося це в 18-му столітті.



- ✓ Леонардо да Вінчі писав про використання паперу для створення моделей орнітоптера (повітряне судно).

- ✓ На початку 20-го століття, журнали, розповідають про літальних апаратах, використовували зображення паперових літаків для пояснення принципів аеродинаміки.

- ✓ У своєму прагненні побудувати перший літальний апарат, здатний перевозити людину, брати Райт використовували паперові літаки і крила в аеродинамічних тунелях.

- ✓ У 1930-х роках, англійський художник та інженер Уолліс Рігбі спроектував свій перший паперовий літак. Ця ідея здалася цікавою кількома видавництвами, які почали співпрацювати з ним і публікувати його паперові моделі, які досить просто було зібрати. Варто відзначити, що Рігбі намагався робити не просто цікаві моделі, але і літаючі.

- ✓ Так само на початку 1930-х років Джек Нортроп з Lockheed Corporation використав кілька паперових моделей літаків і крил для тестування. Це робилося перед створенням справжніх великих літаків.

- ✓ Під час Другої світової війни, уряди багатьох держав обмежували використання таких матеріалів, як пластик, метал дерево, так як вони вважалися стратегічно важливими. Папір стала загальнодоступною і дуже популярною в індустрії іграшок. Саме це зробило паперове моделювання популярним.

✓ Згідно Асоціації паперового літакобудування, літак з паперу, запущений у відкритий космос, не буде літати, він буде планувати по прямій лінії. Якщо літачок з паперу не зіткнеться з яким-небудь предметом, він може вічно плисти у космосі.

✓ Найдорожчий паперовий літак був використаний в космічному кораблі під час чергового польоту в космос. Однієї лише вартості палива, використаного для доставки літака в космос на кораблі, достатньо, щоб назвати цей паперовий літак найдорожчим.

✓ Найбільший розмах крил паперового літака складає 1222 см. Літак з такими крилами зміг пролетіти майже 35 метрів, перед тим, як зіткнувся зі стіною. Такий літак був зроблений групою студентів з Факультету авіа - і ракетобудування з Політехнічного інституту в Дельфті, Нідерланди. Запуск був проведений в 1995 році, коли літак запустили всередині будівлі з платформи, висотою 3 метри. За правилами літак повинен був пролетіти близько 15 метрів. Якби не обмежений простір, він би пролетів набагато далі.

Вчені, інженери та студенти використовують паперові літачки для вивчення аеродинаміки. Національне управління з повітроплавання і дослідженню космічного простору (НАСА) відправила паперовий літачок в космос на космічному кораблі.

Паперові літаки можна робити різних форм. Згідно рекордсмену Кену Блэкбурну (Ken Blackburn), літачки, зроблені у формі букви "X", обруча або футуристичного космічного корабля, можуть літати, як і прості паперові літаки, якщо їх зробити правильно.

Самий маленький паперовий орігамі-літачок був створений під мікроскопом паном Найто з Японії. Він склав літачок з паперу розміром 29 кв. міліметра. Після виготовлення, літачок був поміщений на кінчик швейної голки.

Найтриваліший політ паперового літака відбувся 19 грудня 2010 року, і був запущений він японцем Такуо Тода (Такуо Toda), який є главою Японської

асоціації літачків-орігамі. Тривалість польоту його моделі, запущеної в місті Фукуяма, префектура Хіросіма, склала 292 секунди.

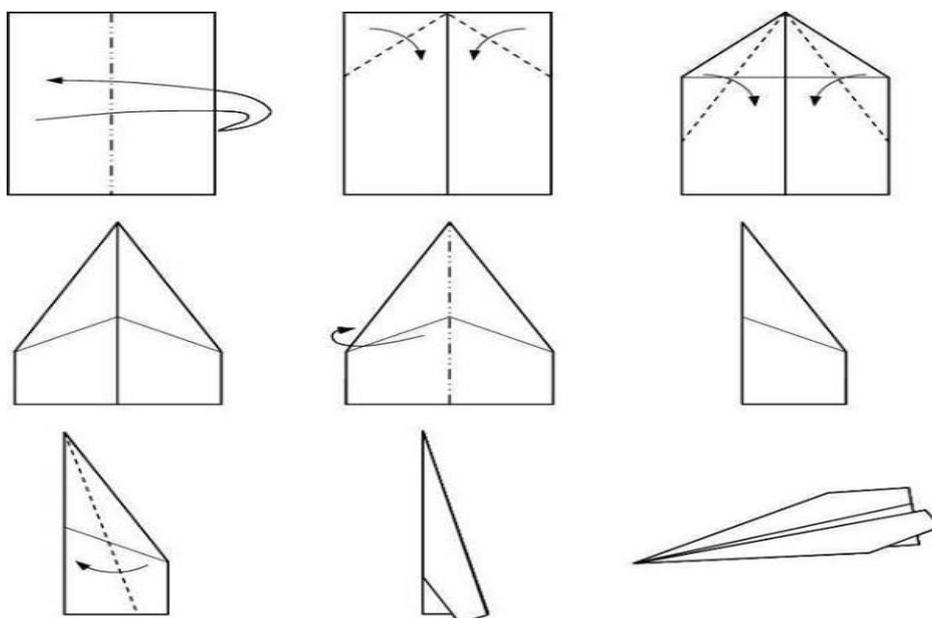
### Розділ V. Дослідницька частина роботи

Про те, як зробити літак з паперу, розповідає маса джерел - понад 100 варіантів виробу вже відомо шанувальникам орігамі. Ми спробували зробити деякі з них. Спочатку розглянемо варіант виготовлення найпростішої класичної моделі літака з паперу.

- ✓ Візьмемо прямокутний аркуш паперу формату А4 (підійде папір для принтера);
- ✓ Складаємо лист в довжину навпіл;
- ✓ Складаємо два верхніх кута в бік центру так, щоб вони стикалися один з одним;
- ✓ Отриманий трикутник складаємо до центру листка (до більшої сторони);
- ✓ Верхні куточки теж складаємо до центру. Лінії вигину на цьому етапі повинні вийде трохи навскіс;
- ✓ Вістрі трикутника загинаємо так, щоб воно закрило всі загнуті краї;
- ✓ Складаємо саморобку вдвічі;

Підгинаємо хвіст моделі і надаємо більш жорстку форму крил, провівши по кутах ліній;

Робота орігамі закінчена. У нас в руках готове до дальніх польотів виріб.



Ідеальний літачок повинен бути довгим і вузьким, звужується до носа і хвоста, як стріла, з порівняно малою площею поверхні для своєї ваги. Саме простий літачок володіє цими характеристиками та пролітає більшу відстань.

1) Спочатку я дослідила швидкість простого паперового літачка:  $S=3\text{м}$ ;  $t=1,7\text{с}$ ;  $v=1,8\text{ м/с}$ .

2) У простому літачку загнула крила догори і спостерігала збільшення дальності та швидкості літачка:  $S=3,5\text{м}$ ;  $t=1,7\text{с}$ ;  $v=2,6\text{ м/с}$ .

3) У простому літачку загнула крила донизу і спостерігала зменшення дальності та швидкості літачка:  $S=2,5\text{м}$ ;  $t=1,7\text{с}$ ;  $v=1,47\text{ м/с}$ .

4) У простому літачку з рівним горизонтальним дном дальність та швидкість польоту буде більша, ніж у простих літачках із гострим дном:  $S=3,4\text{м}$ ;  $t=1,7\text{с}$ ;  $v=2\text{м/с}$ . Через те, що підйомна сила буде діяти на нього в міру зниження і збільшувати дальність польоту. Як я вже зазначила, підйомна сила виникає при ударі повітря по нижній поверхні літака, який летить, злегка піднявши ніс.

5) Потім я змінила форму літачка, так, щоб крила були ширшими та коротшими, і спостерігала зменшення швидкості та дальності польоту літачка, через збільшення тиску на передню частину літачка:  $S=2,3\text{м}$ ;  $t=1,7\text{с}$ ;  $v=1,35\text{ м/с}$ .

Ці літачки я запускала і на вулиці. У закритому приміщенні запускати літачок набагато легше. Запуск на відкритій місцевості залежав від вітру, від сили його поривів, напрямку.

Тепер розглянемо більш складний варіант складання літака, ніж описаний вище.

Послідовність складання літака «Винищувач»:

- ✓ Візьміть аркуш паперу формату А4. У нашому випадку кольоровий папір;
- ✓ Зігніть уздовж навпіл аркуш тонкого паперу;
- ✓ По горизонталі зігніть папір вдвічі;
- ✓ Складайте дві сторони таким чином, щоб зігнуті краю пройшли від центральної частини до нижніх кутах.
- ✓ Відігніть ще раз;

- ✓ Складайте трикутники, що знаходяться з боків, вдвічі, початок має бути з середини згинів;
- ✓ Тепер слід приступити до розгортання складеної папери;
- ✓ Добре пригладьте всі зігнуті боку, всі згини повинні збігатися між верхніми трикутниками і нижніми ромбами;
- ✓ Ромби слід зігнути навпіл з середини до краю, кишені при цьому будуть всередині;
- ✓ Потім верхня частина трикутників складається вдвічі, від початку нижніх кутів;
- ✓ Далі виріб слід перевернути і зігнути боковушки таким же чином;
- ✓ Складайте їх згинаючи в центральну частину виробу;
- ✓ Боковушки ромбів слід підвернути під саморобку. В результаті повинен вийти трикутник;
- ✓ Його слід скласти вдвічі по вертикалі;
- ✓ Далі слід нахилити в ліву сторону, пропустити від шва близько двох см і зробити згин паралельний лінії;
- ✓ Далі, крило отриманого літака слід підігнути вниз. Лінія згину повинна бути рівною;
- ✓ Інше крило зігнути подібним чином в дзеркально від першого крила;
- ✓ Намалюйте на крилі паралельно від згину на відстані 3 см від нього;
- ✓ Загніть по ній рухому частину крила;
- ✓ Подібне слід повторити з протилежного боку;
- ✓ Літак літатиме краще, якщо крила літака з задньої частини підігнути на 3 мм під прямим кутом.

“Складний літачок” я запускала сильно, плавно, з ривками та під різними кутами, і побачила, що саме ці фактори впливають на дальність та швидкість польоту паперового літачка.

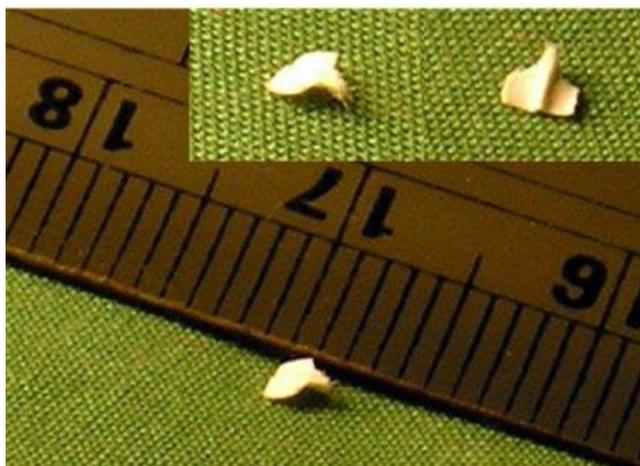
## ВИСНОВОК

Скласти простий літачок з паперу своїми руками за хвилину може кожен, але чи стане він правильно триматися в повітрі, якщо зроблений нашвидкоруч? Чи не буде він падати, а не вільно розсікати простір? Своєю роботою я дала відповідь на ці запитання і підтвердила висунуту гіпотезу. Літачок потрібно складати не поспішаючи, ретельно виміряючи кути згину паперового листа і безпомилково задаючи пропорції іграшки. Далеко, впевнено і добре літає лише той літачок, у якого оптимально збалансований центр ваги, крила однакові за розміром і динаміці якого не перешкоджають зайві «виправлені» перегини листа. Не зважаючи на невелику кількість експериментальних досліджень та розрахунків різних моделей, низка питань аеродинаміки паперових літачків залишається недослідженою.

## ДЖЕРЕЛА

1. [poradu24.com/sadigorod/yak-zrobiti-paperovij-litachok-yakij-dovgo-litaye-varianti-modelej-pokrokov-i-sxemi-foto-i-video.html?fbclid](http://poradu24.com/sadigorod/yak-zrobiti-paperovij-litachok-yakij-dovgo-litaye-varianti-modelej-pokrokov-i-sxemi-foto-i-video.html?fbclid)
2. [poradumo.pp.ua/cikave/30583-ckav-fakti-pro-paperov-litachki.html?fbclid](http://poradumo.pp.ua/cikave/30583-ckav-fakti-pro-paperov-litachki.html?fbclid)
3. [moyaosvita.com.ua/osvita-2/yak-litayut-paperovi-litachki/?fbclid=Iw](http://moyaosvita.com.ua/osvita-2/yak-litayut-paperovi-litachki/?fbclid=Iw)
4. <https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fportlet.ru%2Fentertainment>

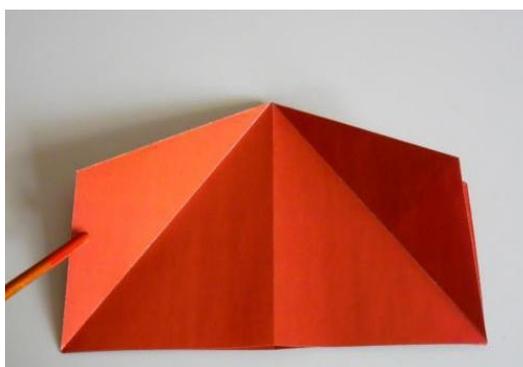
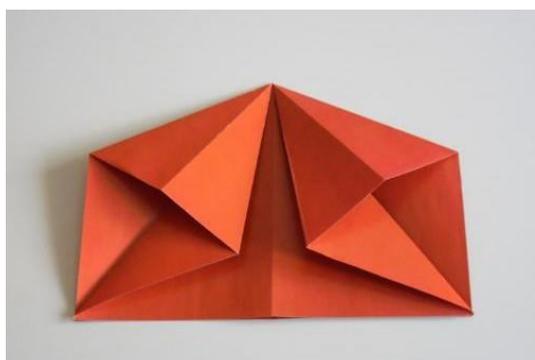
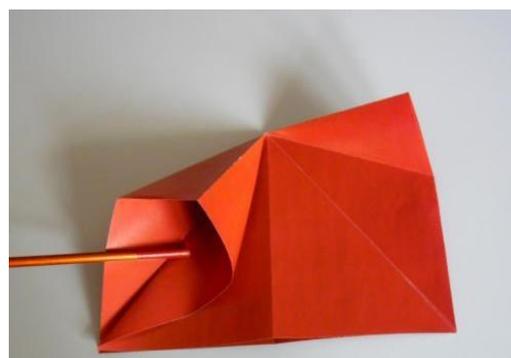
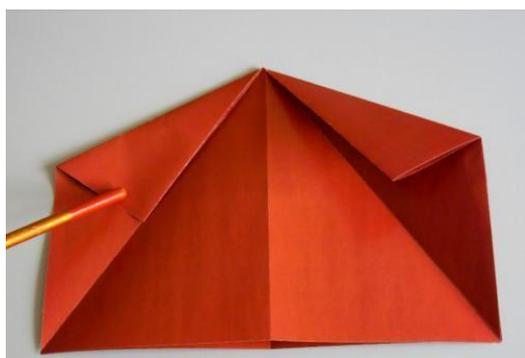
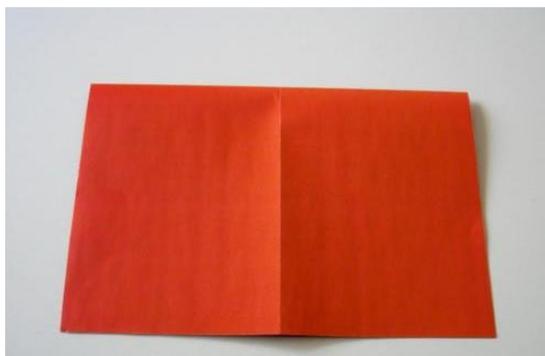
## ДОДАТКИ

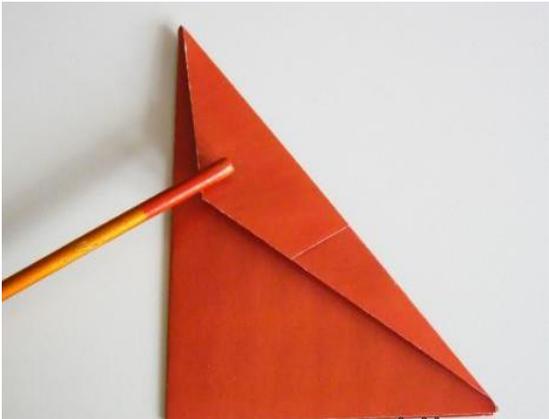
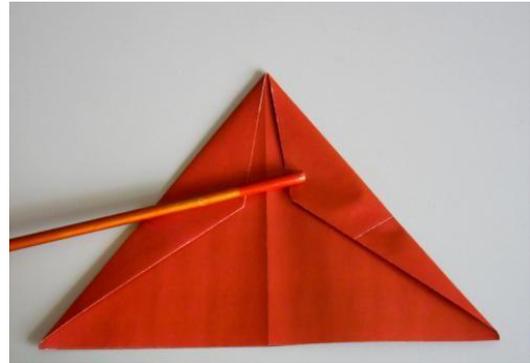
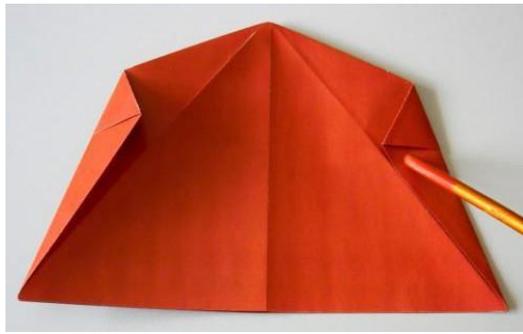


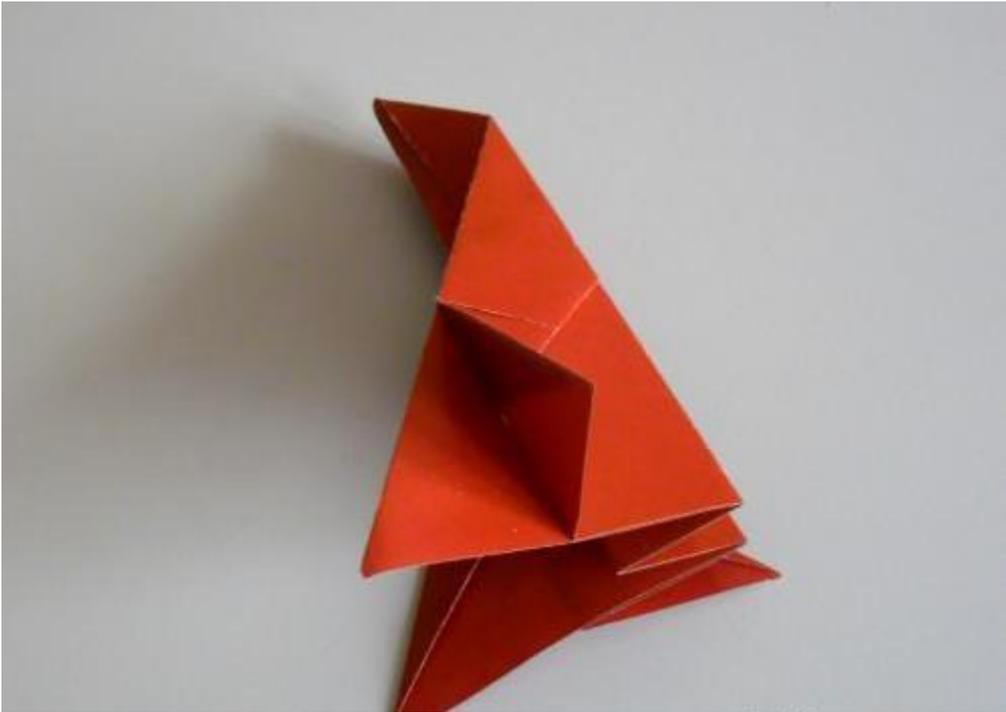
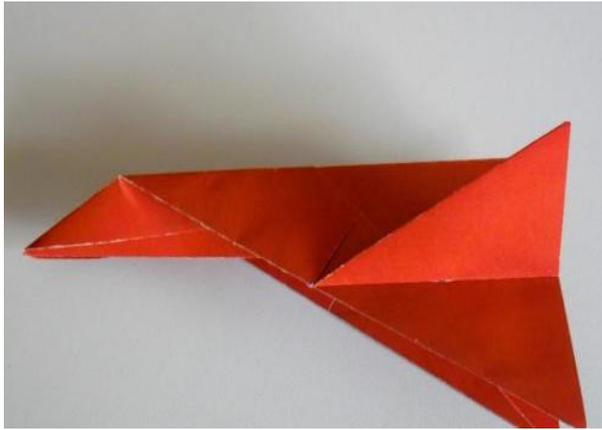
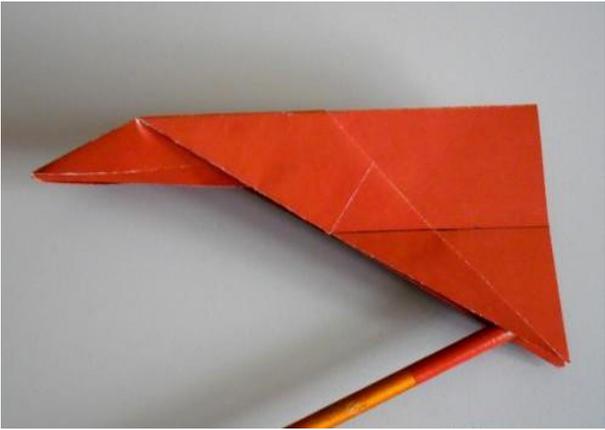
Model-maker Righy carefully checks finished model against his paper layout to see that when plans are printed they may be successfully cut out, assembled.



## Виготовлення літачка «Винищувач»







# ДОСЛІДЖЕННЯ ОБЕРТАЛЬНОГО РУХУ СТРІЛОК ГОДИННИКА ВЕЖІ ДРОГОБИЦЬКОЇ РАТУШІ (учнівський проект)

**Черхавська Людмила Вікторівна,**  
старший учитель ліцею №2 Дрогобицької міської ради,  
вчитель вищої кваліфікаційної категорії

<b>Назва проєкту</b>	Дослідження обертального руху стрілок годинника вежі ратуші Дрогобича
<b>Учасники проєкту</b>	Ступницька Софія та Крупач Анастасія, учениці 10-А класу
<b>Проблема</b>	Пізнання руху стрілок годинника вежі ратуші нашого міста очима учня, що вивчає фізику.
<b>Мета проєкту</b>	Навчитись: <ul style="list-style-type: none"> <li>- проводити різностороннє дослідження проблеми;</li> <li>- систематизувати відібраний матеріал;</li> <li>- визначати позитивні й негативні сторони проблеми;</li> <li>- організовувати та проводити інтерв'ю;</li> <li>- працювати в різних комп'ютерних програмах для підготовки та презентації проєкту.</li> </ul>
<b>Завдання проєкту</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Здійснити пошук інформації про історію створення годинника вежі ратуші та годинника взагалі;</li> <li>- отримати інформацію в туристично-інформаційному центрі м.Дрогобича;</li> <li>- дослідити характеристики обертального руху стрілок годинника ратуші;</li> <li>- скласти порівняльну таблицю характеристик різних годинників;</li> <li>- створити цікавий фізичний циферблат.</li> </ul>

<p><b>Короткий опис проекту, види діяльності</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Визначення об'єктів дослідження, напрямки роботи, місця пошуку інформації та використання ІКТ;</li> <li>- Проведення опитування та здійснення його аналізу щодо доцільності вибору даної теми проекту;</li> <li>- В результаті дослідження учасники проекту мали змогу ознайомитися з історією створення механічного годинника, отримати безпосередню інформацію від працівників ратуші про історію ратуші та годинника на її вежі, проаналізувати отримані числові результати характеристик обертального руху годинника вежі та порівняти з характеристиками руху стрілок деяких інших годинників;</li> <li>- В ході проекту було створено фоторепортаж з екскурсії на вежу ратуші та про опитування громадян Дрогобича;</li> <li>- В процесі роботи над проектом виникла ідея дослідити історичну цінність годинника вежі та практичну потребу громадян у ньому; виготовлено макет фізичного циферблата.</li> <li>- Результатом проектного дослідження стало створення пам'ятки.</li> </ul>
<p><b>Результат проекту</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- дослідження обертального руху стрілок годинника на прикладі найбільшого годинника Дрогобича;</li> <li>- створення порівняльної таблиці;</li> <li>- виготовлення цікавого циферблату для кабінетів природничих дисциплін.</li> </ul>
<p><b>Використання ІКТ під час роботи над</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Інтернет (пошук інформації);</li> <li>- Мультимедійна презентація (PowerPoint)</li> </ul>

<b>проектом</b>	
<b>Оцінка результатів проекту учасниками</b>	Робота над проектом допомогла вдосконалению життєвих компетентностей учнів: інформаційної, комунікативної, соціальної. Сформувала навички дослідницько-пошукової роботи. Вдосконалила вміння орієнтуватися в інформаційному просторі та аналізувати отриману інформацію, створювати інформативний фото- та відеоматеріал.
<b>Сильні сторони і потенціал проекту</b>	<p>Навчилися:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- брати інтерв'ю;</li> <li>- працювати в програмі PowerPoint;</li> <li>- комунікувати з фахівцями;</li> <li>- працювати в команді;</li> <li>- здійснювати пошук, систематизувати та узагальнювати інформативний матеріал;</li> <li>- підбирати ілюстративний матеріал;</li> <li>- співпрацювати з учителями інформатики;</li> <li>- раціонально розподіляти час роботи.</li> </ul>
<b>Слабкі сторони та ризики проекту</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Відсутність досвіду вибирати значущі факти та цільову інформацію;</li> <li>- Труднощі під час інтерв'ю, більшість людей відмовлялися брати участь;</li> <li>- Труднощі у створенні презентації, яка б відповідала регламенту та усім вимогам до проекту.</li> </ul>
<b>Відгуки про проект</b>	Цікаво, легко, пізнавально, українознавчий аспект.
<b>Оприлюднення та презентація матеріалів та результатів</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- презентація проекту відбувалась перед учнями 10-их класів.</li> <li>- Розміщення матеріалів проекту на сайті школи <a href="http://dr-school2.at.ua/">http://dr-school2.at.ua/</a></li> </ul>

проекту	
<b>Використаний ресурс (перелік посилань та використаних джерел інформації)</b>	<p>- Підручник з фізики для 10-го класу.</p> <p><a href="https://okupi.net/art9.html">https://okupi.net/art9.html</a></p> <p><a href="http://webdesign.vntu.edu.ua/work/strechen/articl_rec.html">http://webdesign.vntu.edu.ua/work/strechen/articl_rec.html</a></p>

**Тип проекту:** інформаційно-пошуковий, дослідницький.

**Цілі проекту:**

- ❖ вивчення і узагальнення теоретичного матеріалу про годинник ратуші та рух його стрілок;
- ❖ дослідження наукових публікацій, фото- та відеоматеріалів щодо цієї проблеми;
- ❖ засвоєння навиків користування програмою PowerPoint;
- ❖ оволодіння навиками підготовки й форматування змісту слайдів електронної презентації;
- ❖ формування полікультурної компетентності школярів;
- ❖ розвиток пізнавальних інтересів і творчих здібностей учасників проекту;
- ❖ узагальнення інформації про обертальний рух стрілок годинника вежі ратуші, створення порівняльної характеристики;
- ❖ проведення презентації проекту.

**Об'єкт дослідження:** рух стрілок годинника вежі ратуші Дрогобича.

**Предмет дослідження:** характеристики обертального руху стрілок годинника ратуші.

**Завдання проекту:**

- організувати інформаційно-пошукову роботу школярів з окресленої проблеми, ознайомити їх зі спеціальною літературою;

- провести анкетування серед місцевих мешканців;
- вивчити матеріали медіаагенцій з висвітлення цього питання в інформаційному просторі;
- узагальнити інформацію про рух стрілок деяких годинників;
- обчислити швидкість та прискорення обертального руху стрілок годинника вежі ратуші;
- створити циферблат, можливий для використання у кабінеті фізики чи математики;
- провести презентацію проєкту у формі усного журналу.

### **Методи дослідження:**

- ✓ практичні: проведення інтерв'ю, обчислення швидкостей та прискорень декількох годинників ;
- ✓ дослідницькі: аналіз теоретичного матеріалу, опитувань та результатів вимірювань;
- ✓ пошуковий: самостійна робота з Інтернет-ресурсами .

## **I. АКТУАЛІЗАЦІЯ ПРОБЛЕМИ**

Годинники як інструменти для вимірювання проміжків часу менших за добу використовувалися здавна. Першими серед них були сонячні годинники, що визначали час за напрямком тіні. Водяні годинники були відомі ще в Стародавньому Єгипті. Механічні годинники почали з'являтися в Європі в 14 столітті. Перші з них не мали ані стрілок, ні циферблата, про час доби сповіщав дзвін. У 15-16 століттях величезні годинники почали встановлювати на площах великих міст Європи. Крім утилітарної функції визначення часу доби, годинники епохи Відродження мали важливе значення для астрономії та астрології, завдяки чому вони часто показували не тільки час, а й дату, день тижня, фази Місяця і, навіть, гороскоп.

Механічний годинник із годинною та хвилинною стрілками винайдено лише в 17 столітті. Перший годинник з маятником побудував голландський

механік Христіан Гюйгенс. Анкерний механізм винайшов 1670 року англійський механік Вільям Клемент. У 1675 році Томас Томпсон сконструював ще точніший годинник, у якому маятник змінив пружиною.

У 1772 році Джон Гаррісон одержав премію у 20 тис. фунтів від британського короля за створення хронометра, який визначає час навіть за умов корабельної хитавиці.

У 19 ст. з'явився перший електронний годинник. З розвитком електротехніки у другій половині 20 ст. такі годинники почали витісняти механічні. Сучасні годинники нагадують крихітний комп'ютер, адже володіють функціями будильника, секундоміра, таймера... Механічні годинники втрачають свою актуальність. Молодші школярі часто навіть не розрізняють функції стрілок механічного годинника.

Тому нас зацікавили такі питання: чи звертають ще увагу мешканці нашого міста на покази вежового годинника ратуші, чи знають кількість циферблатів годинника та їхніх стрілок, що знають про довжини цих стрілок і з швидкістю чого порівняли б швидкості руху кінців стрілок.

## **II. ЕТАПИ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЄКТУ**

### **Діагностико-концептуальний**

1. Створення групи з підготовки проекту й визначення їх функцій.
2. Розподіл доручень між учасниками проекту.
3. Пошук джерел інформації з теми проекту.
4. Перегляд відеороликів годинники в сучасному суспільстві.

### **Організаційний**

1. Пошук джерел інформації з поданої теми.
2. Збір матеріалів для проведення опитування, проведення запланованих вимірювань.
3. Аналіз, обробка й узагальнення отриманої інформації.
4. Систематизація й оформлення отриманого матеріалу, підготовка тексту й відеофрагментів.

## **Практичний**

1. Проведення презентації проєкту у формі усного журналу.
2. Створення електронної презентації проєкту.
3. Виготовлення фізичного циферблату .
4. Участь у I-ому етапі обласного конкурсу учнівських проєктів з фізики в межах освітнього проєкту «Фізика навколо нас» для учнів 10-их класів загальноосвітніх навчальних закладів.
5. Розміщення матеріалів проєкту на сайті школи <http://dr-school2.at.ua/>

## **III. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ**

- Формування навиків дослідницької роботи десятикласників.
- Удосконалення вміння орієнтуватися в інформаційному просторі й аналізувати отриману інформацію.
- Створення ілюстративних та інформаційних матеріалів.
- Удосконалення уміння вчитися як ключової життєвої компетентності школяра.
- Оволодіння елементами методології наукового дослідження.
- Усвідомлення важливості роботи з «паперовими» носіями інформації в сучасну «цифрову» добу.
- Формування знань учнів про обертальний рух стрілок годинника .

## **Усний журнал**

- Представлення

1. Сторінка перша: «Обґрунтування вибору теми проєкту ».
2. Сторінка друга: «Актуальність теми».
3. Сторінка третя: «Результати соціологічного опитування».
4. Сторінка четверта: «З історії появи годинника на вежі ратуші Дрогобича».
5. Сторінка п'ята: «Дослідження деяких фізичних характеристик годинника вежі»
6. Сторінка шоста: «Обчислення характеристик обертального руху стрілок».

7. Сторінка дев'ята: «Найбільший годинник у світі».
8. Сторінка десята: «Найменший годинник у світі – творіння українця».
9. Сторінка одинадцята: «Цікаві годинники в Україні».
10. Сторінка дванадцята: «Порівняльна таблиця».
11. Сторінка тринадцята: «Фізичний циферблат»
12. Сторінка чотирнадцята: «Хвилинка на роздуми».

#### **Використання ІКТ під час роботи над проектом:**

- Інтернет (пошук інформації);
- мультимедійна презентація (PowerPoint);
- Правила (Publisher);
- програма «Фото- та відеоредактор (мобільний телефон).

#### **Оцінка результатів проекту учасниками:**

Залучення школярів до експериментально–дослідницької роботи є важливим етапом розвитку сучасного школяра, розвиває особистісне бачення проблеми, дає можливість прояву творчих здібностей.

Також робота над проектом допомогла вдосконаленню життєвих компетентностей учнів: інформаційної, комунікативної, соціальної.

Сформувала навички дослідницько-пошукової роботи. Вдосконалила вміння орієнтуватися в інформаційному просторі та аналізувати отриману інформацію, створювати інформативний фото- та відеоматеріал.

Труднощі, з якими ми зіткнулися: великий обсяг інформації з Інтернету, серед якої важко було вибрати ту, яка є найточнішою і найсучаснішою, адже публікації були здійснені у різний час і нерідко містили матеріал, який суперечив один одному; відсутність досвіду вибирати значущі факти та цільову інформацію; нерозуміння або відсутність бажання зрозуміти існуючу проблему; відсутність у нашому місті повної інформації про існуючий годинник.

Незважаючи на все, пошукові роботи над проектом були захопливими, дещо нагадували комп'ютерну гру: за кожним пройденим рівнем відкривається новий – важчий, але значно цікавіший.

Вважаємо, що презентація й інші матеріали проекту є естетично оформленими, кожен висновок лаконічний і аргументований, містить дані досліджень сьогодення. Зібрана інформація буде цікавою як для вчителів, так і для дітей будь-яких вікових категорій, про що свідчить її презентація у нашій школі.

### **Використані джерела**

#### **Посилання на електронні адреси:**

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0\\_%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%88%D0%B0](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%94%D1%80%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B0_%D1%80%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%88%D0%B0)

[http://webdesign.vntu.edu.ua/work/strechen/articl\\_rec.html](http://webdesign.vntu.edu.ua/work/strechen/articl_rec.html)

<https://okupi.net/art9.html>

<https://yandex.fr/video/search?text=%D0%BD%D0%B5%D0%B7%D0%B2%D0%B8%D1%87%D0%BD%D1%96%20%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D1%81%D0%B2%D1%96%D1%82%D1%83&path=wizard&noreask=1>

<https://bookforschool.in.ua/1932-fzika-10-klas-nova-programa-2018.html>

[https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9\\_%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D1%87%D0%BD%D0%B8%D0%B9_%D0%B3%D0%BE%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%BD%D0%B8%D0%BA)

<http://ua.trip-impressions.com/2018/08/drogobych-ratusha.html>

<http://drogtravel.com/drogobytska-ratusha/>

#### **Друковані джерела:**

1. Українська радянська енциклопедія. – том 18. – К.:Головна редакція УРЕ, 1983. –578с.
2. Шаромова В. Українознавчий аспект у процесі викладання фізики в школі/ В.Р. Шаромова //Педагогічна думка. – 2003. - №1 – 2. – 252с.
3. Фізичний словник / За заг. ред. Підоплічника І.Г., Ситника К.М. , Чаговця Р.В.– К., 1974. –551 с.
4. Голосова Н., Максимович З. Працюємо разом: інновації і проекти, Львів:ВК АРС. -2015.

# УСНИЙ ЖУРНАЛ

## 1. Сторінка перша . Вступ. ПРЕДСТАВЛЕННЯ

/СЛАЙД 1/

### Перший експерт.

Доброго дня, шановне журі та учасники конкурсу «Фізика навколо нас»! Мене звати Ступницька Софія. Я учениця 10-А класу Дрогобицької спеціалізованої школи І-ІІІ ст. №2.

### Другий експерт

А я – Крупач Анастасія, її однокласниця .

Софіє, а відгадай-но загадку: « Дві струнки дівчини, одна вища, друга нижча, все кудись ідуть, ідуть, і нікуди не зайдуть?»»

### Перший експерт.

Та це, мабуть, мова йде про нас?

### Другий експерт

Ні. Не про нас. Можливо хтось знає правильну відповідь?

/чекаємо відповіді.../

Дякуємо! Так. Справді. Це – стрілки годинника! Саме про них наша сьогоднішня презентація як результат роботи над проектом «Дослідження оберտального руху стрілок годинника вежі ратуші Дрогобича».

## 2.Сторінка друга. « Обґрунтування вибору теми проєкту »

/СЛАЙД 2/

### Перший експерт

Чому саме годинник? Перші з них не мали ані стрілок, ні циферблата, про час доби сповіщав дзвін. У 15-16 століттях величезні годинники почали встановлювати на площах великих міст Європи.

У 19 ст. з'явився перший електронний годинник. Сучасні девайси все більше нагадують крихітний комп'ютер, адже володіють функціями будильника, секундоміра, таймера тощо... У зв'язку з цим механічні годинники втрачають свою актуальність.

### **Другий експерт**

Наш Дрогобич теж має 81-річний унікальний механічний годинник на вежі ратуші, але сучасні гаджети і життєва метушня все частіше опускають наші голови додолу, і ми перестаємо звертати увагу на те, що колись було окрасою нашого міста.

Тому перед початком роботи ми вирішили пошукати відповіді такі питання: що знають дрогобичани про годинник на вежі ратуші, чи користуються вони ще його показами, чи знають кількість циферблатів годинника та їхніх стрілок, що знають про довжини цих стрілок.

## **3.Сторінка третя. «Результати опитування»**

/СЛАЙД 3/

### **Перший експерт**

На слайді ми бачимо опрацьовані результати опитування, яке ми провели серед мешканців нашого міста.

### **Другий експерт**

Усі одностайно називали годинник вежі ратуші найбільшим у Дрогобичі.

### **Перший експерт**

Відповідь на наступне питання залежала від віку респондента.

Старше покоління дрогобичан, ідучи площею, обов'язково дивиться на покази вежового годинника. Молодь же надає перевагу наручному годиннику чи годиннику у мобільному телефоні.

### **Другий експерт**

Трохи сумнівалися, але усі називали цифру 4 у відповідь на питання про кількість циферблатів на вежі.

#### **Перший експерт**

На запитання про кількість стрілок, теж замислюючись, відповідали – дві. Дехто правда просив дозволу поглянути на вежу.

#### **Другий експерт**

Далі було важче. Довжини стрілок, на думку респондентів, коливалися в межах від 20 см до 1м. До речі, опитування ми проводили біля ратуші, тому усі мали можливість перед тим, як дати відповідь, подивитися на стрілки. Оскільки на останнє запитання тоді ми теж ще не знали точної відповіді, вирішили продовжити свої дослідження.

#### **4.Сторінка четверта. «Коротко з історії появи годинника на вежі ратуші Дрогобича».**

/СЛАЙД 4/

#### **Перший експерт**

Звернувшись до туристично-інформаційного центру, що знаходиться у будівлі ратуші, ми дізналися таке.

З 1475 року наявність годинника на вежі надавала Дрогобичу статус дуже багатого міста.

#### **Другий експерт**

У 1927 році встановлений новий годинниковий механізм, виготовлений Міхалом Месовічем з Кросно. Безперебійно годинник працює і сьогодні. **5.Сторінка п'ята.«Вимірювання деяких фізичних характеристик годинника вежі»**

/СЛАЙД 5/

#### **Перший експерт**

Для отримання даних про стрілки годинника ми звернулися до майстра годинникових справ п. Володимира, який уже 15 років опікується його складним механізмом. Кожних три дні він долає 156 сходінок вежі, аби

накрутити годинник. Разом ми піднялися на вежу і безпосередньо на місці провели необхідні вимірювання.

### Другий експерт

З'ясували, що довжина годинної стрілки становить приблизно 70 см, а хвилинної – 80см. Діаметр циферблата 180 см. А пам'ятаєте результати опитування! До речі, пан годинникар теж не знав точних довжин стрілок.

## 6.Сторінка шоста «Обчислення характеристик обертального руху стрілок».

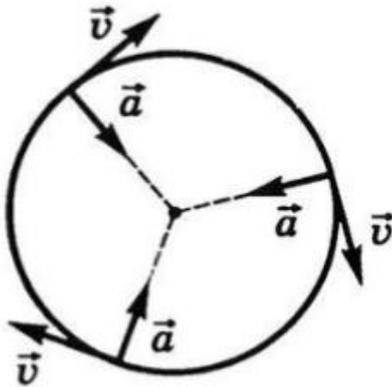
/СЛАЙД 6 /

### Перший експерт

Отриманих даних виявилось достатньо аби обчислити лінійні швидкості і прискорення кінців годинної та хвилинної стрілок.

### Другий експерт

На слайді ви маєте можливість бачити результати наших обчислень. Період, частоту і кутову швидкість ми не вказуємо, адже вони однакові для годинних і хвилинних стрілок усіх годинників.



$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Годинна стрілка

$$v \approx 0,000102 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,00000015 \text{ м/с}^2$$

Хвилинна стрілка

$$v \approx 0,0014 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,00000024 \text{ м/с}^2$$

## 7.Сторінка сьома. «Великий Бен»

/СЛАЙД 7

### Перший експерт

Далі нас зацікавило таке: у скільки разів швидшими є стрілки одного з найвідоміших у світі годинників. Великий Бен і справді виявився великим. Діаметр циферблата 7м, довжини годинної і хвилинної стрілок 2,7м і 4,2м відповідно.

### Другий експерт

Ми обчислили їхні лінійні швидкості і побачили, що вони випереджають відповідні стрілки нашого дрогобицького Біг-Бена у 3,9 і 5,3 рази відповідно. Ось результати.

Годинна стрілка

$$v \approx 0,00039 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,000000057 \text{ м/с}^2$$

Хвилинна стрілка

$$v \approx 0,0074 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,0000013 \text{ м/с}^2$$

## 8.Сторінка восьма. «Найбільший годинник у світі»

### Перший експерт

У процесі роботи над проектом ми несподівано для себе з'ясували, що титулом «Найбільший» відомий Біг-Бен не так давно поступився годиннику Мекки на вежі Абраж-аль-Баїт, що у Саудівській Аравії, розмір якого становить 45 на 43 метри. Довжина годинної стрілки 17 м, а хвилинної – аж 22 м. Гігантські, чи не так!

### Другий експерт

Врахувавши відношення між довжинами відповідних стрілок дрогобицького годинника і годинника Мекки, ми отримали ось такі вражаючі цифри:

Годинна стрілка

$$v \approx 0,0025 \text{ м/с}$$

Хвилинна стрілка

$$v \approx 0,039 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,00000037 \text{ м/с}^2$$

$$a \approx 0,0000068 \text{ м/с}^2$$

Обчислили лінійні швидкості обох його стрілок, вони приблизно у 22 і 28 разів більші, ніж годинника нашої ратуші.

### **9.Сторінка дев'ята. «Елегантна комаха»**

/СЛАЙД 9/

#### **Перший експерт**

Дивовижні розробки та гігантські девайси не перестають нас дивувати. Черга розповісти вам про найменший годинник у світі. І ми це зробимо з великою гордістю. Адже найменші годинникові механізми створив наш співвітчизник, відомий мініатюрист, Микола Сядристий.

#### **Другий експерт**

Розміри цих годинничків невідомі, але на фото видно, що вони поміщені в крихітні очі стрекози. І тільки через лупу можна розглянути хід хвилинної стрілки.

#### **Перший експерт**

Оскільки діаметр ока стрекози в середньому становить 5 мм, то довжина годинної стрілки не може перевищувати 2мм, а хвилинної 4мм. Згідно таких міркувань ми отримали результати швидкостей і прискорень стрілок мікрогодинника.

Годинна стрілка

$$v \approx 0,00000029 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,000000000042 \text{ м/с}^2$$

Хвилинна стрілка

$$v \approx 0,0000069 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,000000012 \text{ м/с}^2$$

#### **Другий експерт**

Такі числа підтвердили той факт, що стрілки нашого годинника «швидші» у 344 і 200 разів відповідних стрілок мініатюри. .

### **10.Сторінка десята «Порівняльна таблиця»**

/СЛАЙД 9/

#### **Перший експерт**

На цьому слайді ви бачите зведену таблицю усіх отриманих у проєкті результатів. Використовуючи дані з неї можна не тільки розширювати свій кругозір, а й складати різноманітні задачі.

№	Назва годинника	Довжина стрілок		Швидкість стрілок		Прискорення стрілок	
		годинної $R_{\text{Год}}, \text{ м}$	хвилинної $R_{\text{Хв}}, \text{ м}$	годинної $v_{\text{Год}}, \text{ м/с}$	хвилинної $v_{\text{Хв}}, \text{ м/с}$	Годинної $a_{\text{Год}}, \text{ м/с}^2$	хвилинної $a_{\text{Хв}}, \text{ м/с}^2$
1	Годинник вежі ратуші Дрогобича	0,7	0,8	0,00010200	0,0014000	0,0000000015	0,000002400
2	Біг-Бен	2,7	4,2	0,00039000	0,0074000	0,0000000570	0,000013000
3	Годинник Мекки	17	22	0,00250000	0,0390000	0,0000003700	0,000068000
4	Елегантна комаха	0,002	0,004	0,00000029	0,0000069	0,0000000042	0,000000012

## 11.Сторінка одинадцята. «Цікавинки з минулого і сьогодення»

/СЛАЙД 11/

### Другий експерт .

Віднайшли ми і багато цікавинок. Ось декілька з них. У далекому минулому бій годинника вежі ратуші Дрогобича о 10 вечора означав, що потрібно припиняти палити вогонь в печах. Нічний сторож після «відбою» стежив за виконанням правил протипожежної безпеки та спокоєм на вулицях міста, примовляючи «Гей, панове господарі, вже десята на дзигарі, гасить світло, йдіть спати, вам завтра рано вставати».

### Перший експерт

На циферблаті 1927 року був напис латиницею: «Годинник не спить, тому що ви не знаєте, який тепер час». На жаль, до сьогоднішніх днів він не зберігся.

### Другий експерт

А тепер сьогодні. Зазвичай, годинник у рекламі показує 10:10 або 8:20. І це не час припиняти вогонь у печах. Пов'язано це з тим, аби стрілки не закривали логотип фірми-виробника. Крім того, час 10:10 нагадує смайлик (посмішку), що на підсвідомому рівні позитивно впливає на лояльність покупця.

### **Перший експерт**

Сподіваємося, що час на годиннику емблеми нашої команди теж позитивно вплине на вердикт шановного журі.

## **12.Сторінка дванадцята. « Створення фізичного циферблату»**

/СЛАЙД 12/

### **Другий експерт**

Здавалося б усе. Заплановану роботу виконано. Можна робити висновки. Аж тут на думку нам спала ідея внести хоч якусь лепту у розвиток годинникової справи.

### **Перший експерт**

До створення якогось девайсу нам, дівчатам, звичайно далеко. Але подумавши, ми вирішили створити фізичний циферблат, у якому замість звичних усім цифр буде вираз, значення якого слід обчислити.

### **Другий експерт**

До кожного з дванадцяти входить усім відома фізична стала – прискорення вільного падіння  $g$  на Землі. Проте у нашому циферблаті, як і в більшості задач з фізики, для зручності обчислень його слід використати у значенні не  $9,8 \text{ м/с}^2$ , а у наближеному, тобто 10.

### **Перший експерт**

Впевнені, що такі нескладні розрахунки будуть цікавими для всіх, хто вивчає фізику, а у поєднанні з презентацією нашого проекту будуть гарним доповненням уроків фізики у будь-якому класі, не залежно від віку .

## **13.Сторінка тринадцята.« Хвилинка на роздуми»**

/СЛАЙД 13/

### Другий експерт

Сьогоднішню презентацію звичайно хочемо завершити словами, пов'язаними з годинником, часом і рухом, що надихають на роздуми:

Годинник нерухомий, маятник коливається, стрілки обертаються, а час невинно біжить вперед!

### Перший експерт

З кожною хвилиною у нас все більше минулого і все менше майбутнього! Цінують сьогодні і вірте у майбутнє!

### Другий експерт

Дякуємо всім за увагу. Сподіваємося, що наш проєкт вам сподобався!

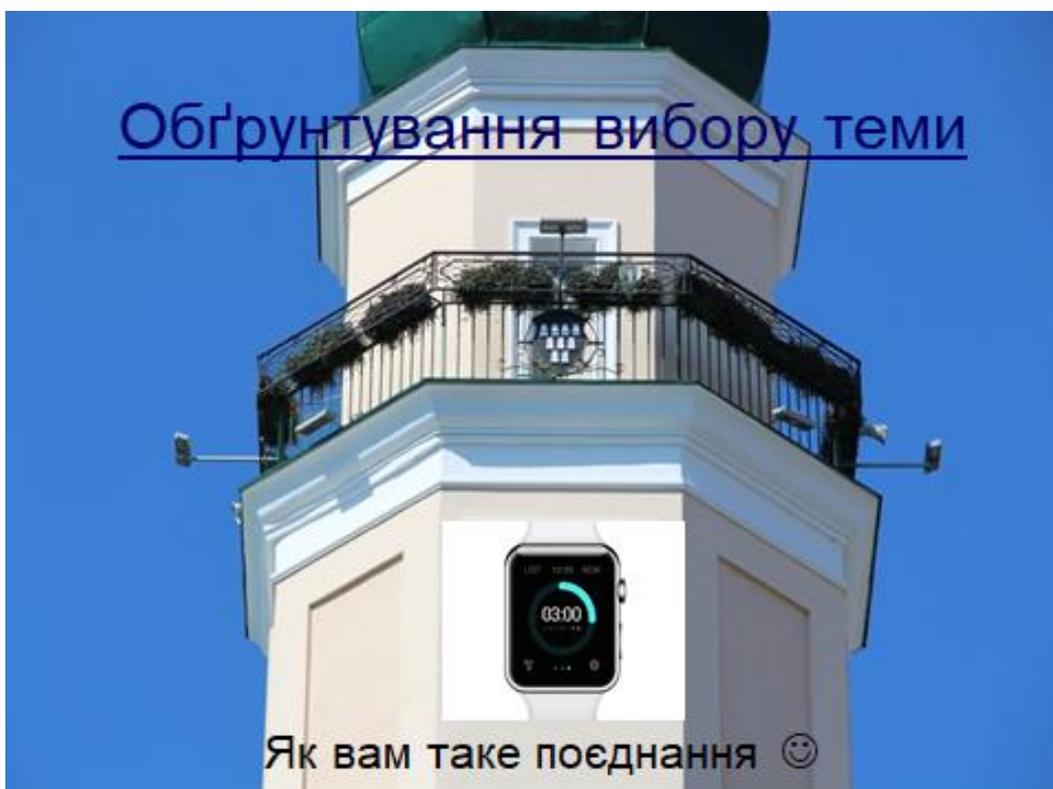
### Перший експерт

До побачення, до нових зустрічей!



*Рідному  
Дрогобичу  
присвячується...*





## Соціологічне опитування

- Відповідь на запитання про довжини стрілок годинника вежі ратуші не знав ніхто...



## Історія появи годинника на вежі ратуші

- У 1927 році встановлено годинниковий механізм, який справно працює і сьогодні

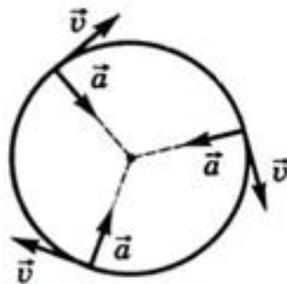


## Проводимо вимірювання

- Довжина годинної стрілки – 70 см, а хвилинної – 80 см!
- Діаметр циферблата – 180 см.



## Характеристики обертального руху стрілок годинника ратуші



$$a = \frac{v^2}{R}$$

$$v = \frac{2\pi R}{T}$$

Годинна стрілка

$$v \approx 0,000102 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,00000015 \text{ м/с}^2$$

Хвилинна стрілка

$$v \approx 0,0014 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,0000024 \text{ м/с}^2$$



## Великий Бен

### Годинна стрілка

$$R=2,7\text{м}$$

$$v \approx 0,00039 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,000000057 \text{ м/с}^2$$

### Хвилинна стрілка

$$R=4,2\text{м}$$

$$v \approx 0,0074 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,0000013 \text{ м/с}^2$$



## Годинник Мекки

### Годинна стрілка

$$R=17\text{м}$$

$$v \approx 0,0025 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,00000037 \text{ м/с}^2$$

### Хвилинна стрілка

$$R=22\text{м}$$

$$v \approx 0,039 \text{ м/с}$$

$$a \approx 0,0000068 \text{ м/с}^2$$



## “ Елегантна комаха “



Микола Сядристин,  
український мініатюрист

### Годинна стрілка

$$R=0,002\text{м}$$

$$v\approx 0,00000029\text{ м/с}$$

$$a\approx 0,000000042\text{ м/с}^2$$



### Хвилинна стрілка

$$R=0,004\text{м}$$

$$v\approx 0,00000069\text{ м/с}$$

$$a\approx 0,000000012\text{ м/с}^2$$

## Порівняльна таблиця

№	Назва	Довжина стрілок		Швидкість стрілок		Прискорення стрілок	
		годинної $R_{\text{год}}$ м	хвилинної $R_{\text{хв}}$ м	годинної $v_{\text{год}}$ м/с	хвилинної $v_{\text{хв}}$ м/с	Годинної $a_{\text{год}}$ м/с <sup>2</sup>	хвилинної $a_{\text{хв}}$ м/с <sup>2</sup>
1	Годинник ратуші	0,7	0,8	0,00010200	0,0014000	0,0000000015	0,000002400
2	Біг-Бен	2,7	4,2	0,00039000	0,0074000	0,0000000570	0,000013000
3	Годинник Мекки	17	22	0,00250000	0,0390000	0,0000003700	0,000068000
4	Елегантна комаха	0,002	0,004	0,00000029	0,0000069	0,0000000042	0,000000012

## Цікавинки минулого і сьогодення

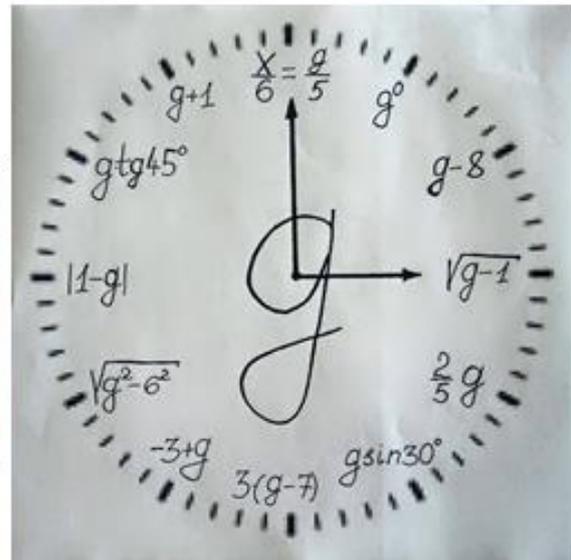
- Бій годинника о 10 вечора – припинення вогню у печах!
- “Годинник не спить, тому що ви не знаєте, який тепер час”.



- Час 10.10 – “смайлик”, що позитивно впливає на покупця. Добре видно логотип виробника.

## Створення фізичного циферблату

- $g \approx 10 \text{ м/с}^2$



## Хвилинка на роздуми...

Годинник нерухомий, маятник коливається, стрілки обертаються, а час невпинно біжить вперед!

З кожною хвилиною у нас все більше минулого і все менше майбутнього!

Цінуйте сьогодні і вірте у майбутнє!

## Дякуємо за увагу!



# STEM-ОСВІТА І ВИКЛИКИ ЧАСУ

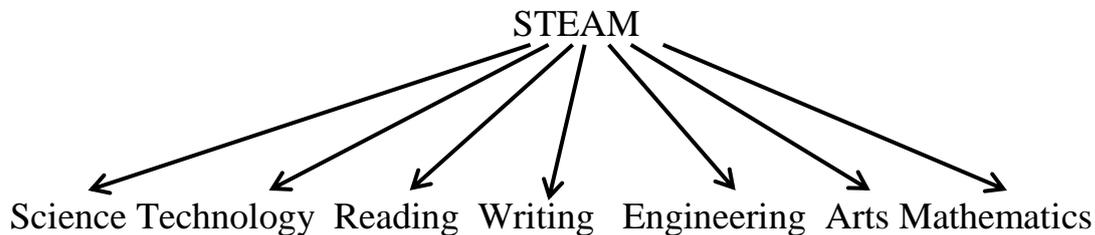
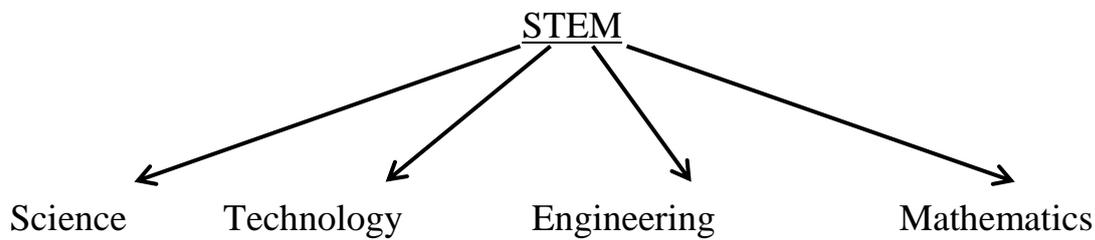
**Павлюх Леся Романівна,**  
старший учитель ліцею №16 Дрогобицької міської ради,  
вчитель вищої кваліфікаційної категорії

Новий час ставить перед освітою нові виклики. Особливої уваги набуває зараз проблема формування самостійності учнів, спроможності отримувати, аналізувати інформацію, вміти приймати оптимальні рішення, використовувати в професійній діяльності нові інформаційні технології. Як на мене, освіта України вже сьогодні повинна повернутись до фізики як предмета, що дає можливість і вміння знаходити оптимальне нестандартне рішення в будь-якій сфері діяльності людини, особливо в професійній, бо завтра уже може бути пізно. На жаль, зараз спостерігається зворотня тенденція, коли навіть у вузи політехнічного напрямку замість фізики можна здавати англійську, інформатику...

Освіта має бути випереджальною щодо викликів часу, адже вже у близькому майбутньому з'являться нові професії які будуть пов'язані з високотехнологічним виробництвом на стику з природничими науками. Вже сучасні професії потребують всебічної підготовки та отримання знань з областей природничих наук, інженерій, технологій та програмування, саме тих напрямів, які охоплює STEM-освіта.

Якщо поглянути на інші країни, то навчальні заклади Франції, Великої Британії, Австрії, Ізраїлю, Китаю, Сінгапуру мають державні сертифіковані програми в науково-технічній сфері та ведуть підготовку STEM-фахівців. В Україні в цьому напрямку робляться лише перші кроки, адже природничо-математична освіта поки що не входить до найбільш затребуваних серед абітурієнтів і не є державним пріоритетом.

Акронім STEM використовується для означення популярного напрямку освіти і має декілька варіантів:



### **Мета і завдання STEM-освіти**

Мета STEM-освіти – підготовка учнів до нових викликів часу, працевлаштування відповідно до вимог XXI століття.

Дана освіта має ряд своїх переваг:

1. зростає творчий простір світогляду дитини;
2. вона готується до дорослого життя у соціумі, роблячи усвідомлений вибір майбутньої професійної діяльності;
3. дитина отримує значно більше автономності;
4. учень вчиться бути самостійним, приймати власні рішення та брати за них відповідальність;
5. уроки за STEM-технологією дозволяють не тільки вивчити теорії, але й закріплювати знане за допомогою практичного застосування різнопланових завдань.

Ми не можемо надати дитині абсолютно всі знання, а повинні навчити їх самостійно добувати нові навички в навчанні сприяти розвитку особистості, вміння виділяти головне, в проблемі аналізувати, порівнювати, працювати з категоріями аналогій, вміти класифікувати.

Необхідно прищепити учням бажання до дослідження, озброїти їх методами науково-дослідницької роботи.

Важливу роль в цьому контексті відіграють практико-орієнтовані завдання, проведення пленарних уроків, тобто уроків на природі, де вчаться бачити, слухати і розуміти навколишній світ.

Процес навчання фізики спрямований на розвиток особистості учня, становлення його наукового світогляду й відповідного стилю мислення, формування предметної, науково-природничої та ключових компетенцій. Навчальний фізичний експеримент забезпечує формування в учнів необхідних практичних вмінь, дослідницьких навичок та особистого досвіду експериментальної діяльності.

### **Методика STEM-освіти**

Розглянемо декілька методів впровадження елементів STEM-освіти на уроках фізики.

– Метод критичного читання тексту залучає учня до діалогу з текстом під час якого важливо записувати ключові ідеї, вчитися виділяти головне, роздумувати і робити власні критичні висновки, порівнювати величини і поняття

– Метод "Діаграма Ейлера-Вена" дає можливість систематизації навчального матеріалу, що охоплює кілька розділів.

– "Асоціативний куц" особливо ефективний в 7-8 класах для систематизації понять, розширення кола питань та напрямків вивчення навчального матеріалу.

– "Парад розумних думок" варто застосовувати при закріпленні, розширенні горизонтів теми, виходу в міжпредметний простір.

### **Кількісні і якісні задачі в STEM-освіті**

Однією найважливіших ділянок роботи в системі навчання фізики в школі є розв'язування задач, які повинні бути наближені до реальних умов життєдіяльності людини, спонукати використання фізичних знань у життєвих ситуаціях. Необхідно заохочувати учнів знаходити інший спосіб розв'язання задачі. Дуже важливо робити аналіз у чому полягають сильні і слабкі сторони кожного із запропонованих розв'язків.

Велике значення мають в даному контексті якісні задачі, які поглиблюють і закріплюють теоретичні знання учнів, адже розв'язання якісних задач потребує від школяра аналізу фізичної сутності явища, тому правильний їх розв'язок свідчить про розуміння вивченого матеріалу. Особливого значення набувають фото задачі, задачі-оцінки, творчі задачі.

Надважливим є самостійне експериментування учнів як на уроці, так і в домашніх умовах. Спостерігаючи за об'єктом або явищем, учень отримує як якісні, так і кількісні характеристики. Наприклад, у 7 класі можна запропонувати визначити швидкість іграшкового автомобіля, маючи секундомір і лінійку. Інший учень може запропонувати проконтролювати і зробити свої висновки.

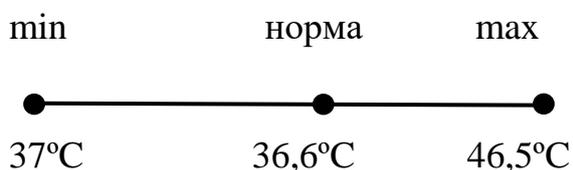
Одним із дієвих засобів є практико - орієнтовані завдання, тобто такі, які є описом повсякденного життя учнів. Наприклад, скільки плиток необхідно, щоб обкласти стіни ванної кімнати, якщо відомо розміри кімнати і плитки.

### **Роль STEM-освіти в розумінні світу в цілому**

На уроках фізики необхідно акцентувати увагу, що світ навколо нас є складною системою зв'язків і взаємовпливів. Щоб зрозуміти принцип STEM необхідно бачити не просто явище, а розуміти які математично обумовлені фізичні, хімічні, географічні закономірності привели до його виникнення. Особливою формою наскрізного STEM-навчання є інтегровані уроки, спрямовані на встановлення міжпредметних зв'язків. Такі уроки роблять навчальний процес цікавішим, допомагають учням зрозуміти важливість вивчення основ наук як єдиної системи знань. Проведення таких уроків необхідне для цілісного сприйняття світу й осмислення явищ довкілля.

Приклади інтегрованих уроків.

1. При вивченні поняття температури у фізиці, непогано було б вияснити, що для людини небезпечніше – високі чи низькі температури



Біологія каже, що при температурах вище 41°C білки спочатку розмотуються, а потім об'єднуються у більш крупніші структури, які склеюють клітини, а жири - навпаки стають прозорими мембранно. Діапазон у бік низьких температур є майже вдвічі більшим, бо при низьких температурах уповільнюються фізіологічні процеси, засвоюваність речовин зменшується, електрична активність мозку зменшується, як і об'єм прокачаної крові. І це може бути навіть корисним, ось чому органи перед трансплантацією охолоджують. З цієї точки зору у тваринному світі є можливість впасти у сплячку, а потім безболісно вийти з неї.

## 2. Фізика - біологія.

Тертя у житті рослин і тварин. Наприклад, в'юнні рослини завдяки тертю можуть чіплятися до опори. Суглоби мають у будові заміну шорсткого тертя на рідке тертя, серцевий м'яз, скорочуючись, проштовхує кров по судинах.

## 3. Фізика - астрономія.

Вага на різних планетах Сонячної системи.

## 4. Фізика-біологія.

Порівняння швидкості рухів тварин і техніки. Можна дати дітям на домашнє завдання знайти 10 найшвидших і 10 найповільніших тварин у світі.

## 5. Фізика-біологія.

Знаходимо елементи реактивного руху в живій і неживій природі.

## 6. Фізика і музика.

Порівняти висоту різних музичних звуків, гучність у живій і неживій природі.

## 7. Фізика і математика.

Ці дві науки найбільш близькі і їхні поєднання є дуже органічні, адже математика є мовою фізики. Наприклад, паралельно можна вивчати сили і вектори.

## 8. Фізика і географія.

Можна мандрувати річками України, вивчючи їх як географічні, так і фізичні характеристики.

Таких уроків можна створити безліч і саме на стику кількох наук вивчати навколишній світ у комплексі.

Необхідно при вивченні практично усіх тем з фізики наводити конкретні приклади "використання" природою фізичних явищ і таким чином зацікавити учнів, а також значно покращити якість викладу матеріалу.

### **"Ефект лотоса"**

Власне для аргументації попередньої тези можна, вивчаючи тему "Поверхневий натяг" у 10-му класі, звернутись до так званого "Ефекту лотоса". Ця чудова квітка росте на не глибоких повністю замулених водоймах, при цьому зберігаючи чистоту і чарівність. Навіть при повному зануренні у замулену воду вона вийде із неї без жодної брудної плями. Виявилось, що поверхня квітки має водовіштовхуючі властивості, тобто гідрофобна. Більше того квітка не гладенька, а вкрита маленькими опуклими шишечками, розміром 20 мкм, віддаль між якими 2 мкм. Ці шишечки є сумішшю найвищих жирних кислот та їх ефірів. Вода на поверхні квітки збирається у кулеподібні крапельки з крайовим кутом дотиком  $170^\circ$ . Дані крапельки не можуть утримуватися на поверхні і легко скочуються, забираючи заодно із собою і шматочки бруду.

Завдяки цьому ефекту вчені створили так звану нанотраву, яка може самоочищуватися. Існують також плівки, якими можна вкрити будь-які поверхні: скло, пластику, паперу і т.д.

Найбільш застосування "Ефект лотоса" набув у автомобільній галузі. Це в першу чергу створення лаків і фарб із самоочисним ефектом.

Навіть в основі принципу антипригарних покриттів кухонних сковорідок лежить "Ефект лотоса".

### **Розвиток життєвих компетенцій на уроках фізики.**

Освіта в першу чергу повинна переслідувати мету розвитку життєвих компетентностей учнів, мотивації та пізнавального інтересу, активізація навчально-пізнавальної діяльності, самостійності, творчої активності учня і вчителя.

Поняття "компетентність" у контексті визначення кінцевої мети загальної середньої освіти можна означити як набуту характеристику випускника, що, будуючи на певних ціннісних переконаннях, охоплює відповідні знання, вміння і навички та дає можливість застосовувати їх у самостійній практичній діяльності для реалізації свого життєвого потенціалу.



Для прикладу розглянемо майстер клас "Музей фізичного експерименту".

Діти працюють над екскрементами, які ґрунтовно відтворюють явища природи та знання фізики в повсякденному житті. Демонструючи явища конвекції, Змочування, поверхневого натягу учасники не тільки формулюють фізичну суть, а й формулюють життєві компетентності, а саме комунікативну, творчу, соціальну.

Ще цікавий майстер клас "Курйози тих, хто не вчив фізику у школі".

Учні шукають випадки із свого досвіду, досвіду батьків, оточуючих, коли без знання законів фізики людина попадає в курйозну, а часом, складну життєву ситуацію. Наприклад, один сантехнік згадав, що замовник вимагав, помістити мідні трубки для опалення біля стелі, а не на підлозі.

### **Впровадження STEM-технологій через співпрацю в проектах.**

Дуже важливим мотиваційним елементом мотивації вивчення фізики є участь дітей у створенні фізичних проектів.

Діти, працюючи групою, вирішують поставлене перед ними завдання. Проект передбачає поєднання групових, ігрових технологій проблемного навчання і складається з певних етапів:

1. Організаційної частини яка включає в себе розробку сценарію; вибір обладнання; пошук графічного і звукового забезпечення.
2. Розподіл дітей на групи.
3. Вирішення поставлених перед групою проблем.
4. Презентація результатів.

Дуже важливим елементом в проведенні даного заходу є розробка сценарію, без якого отримуємо набір не пов'язаних між собою експериментальних задач, абсолютно втративши ігровий елемент заходу. Далі підбираємо обладнання.

Для прикладу візьмемо презентацію "Фізика допомагає вижити на безлюдному острові"

Учні можна поділити на кілька груп, поставивши кожній із них кожен конкретну задачу.

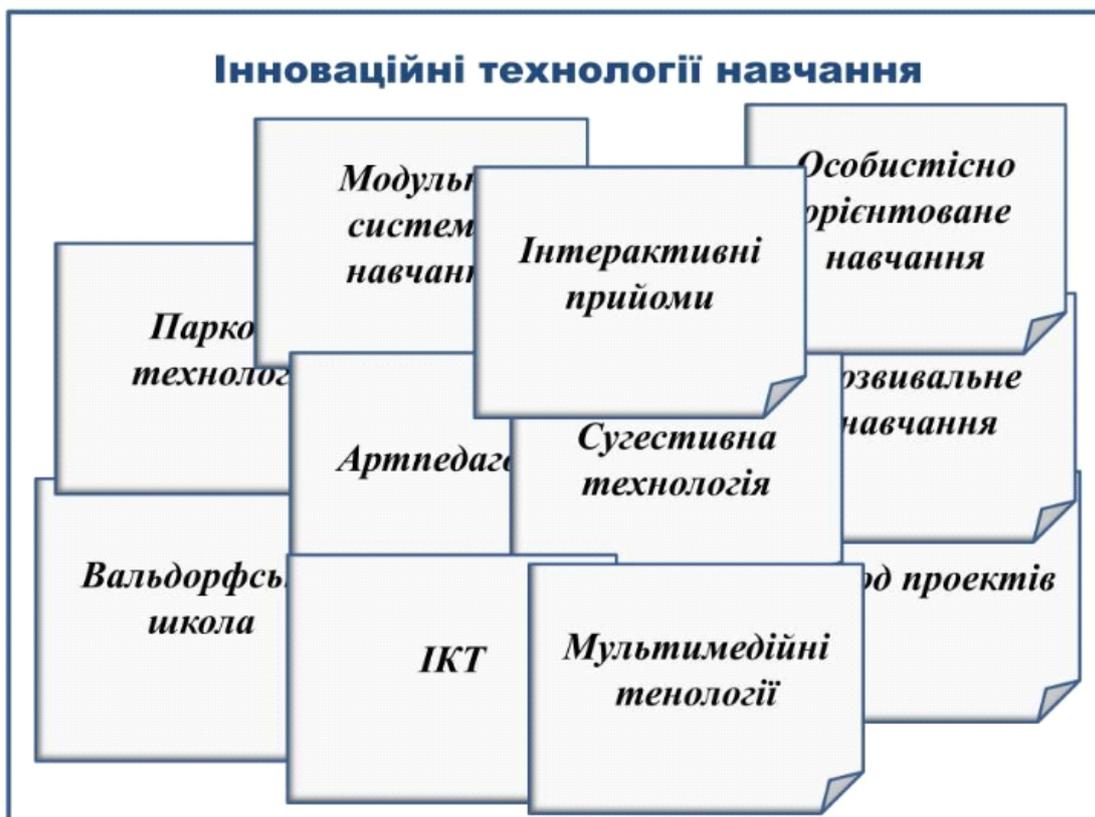
Одній із команд було поставлено завдання виготовити компас для орієнтування на місцевості. Їм надали два невеликі магніти, металевий стержень, широка посудина з водою, шматок пінопласта, котушка з дротом та батарейка (для визначення полярності магніту).

Наступна група займалася вимірюванням температури води у гейзері. В їхньому розпорядженні були: мініатюрна лампочка розжарення з вольфрамовою ниткою, кімнатний термометр, таблиці фізичних величин омметр та чайник у ролі гейзера. Знаючи залежність опору провідника від температури, дане завдання легко виконати.

Співпраця у проектах дає можливість дітям відчувати командний дух, вміння слухати і приймати не стандартні рішення. Також учні вчаться правильно оформлювати та презентувати свою роботу. Чим більше вони займаються практичною роботою, тим більше розкривають свої здібності та проявляють зацікавлення до технічних дисциплін.

## Порівняння традиційної і STEM-освіти





Предмети навчального плану	Інтегровані теми	Математична складова інтеграції
Хімія	Закон збереження маси речовини	Складання та розв'язування лінійних алгебраїчних рівнянь та систем рівнянь
	Окисно-відновні реакції	Розв'язування рівнянь
	Задачі на розчини та сплави	Пропорції та проценти
	Маса атомів та молекул	Стандартний вигляд числа
	Ступінь окислення	Розв'язування рівнянь, дії з додатними та від'ємними числами
Біологія	Розмноження живих організмів	Геометрична прогресія
	Серцево-судинна система. Зміна тиску в аорті	Функції та їх властивості

Географія	Знаходження відстані між двома населеними пунктами (на карті й на місцевості)	Масштаб, пропорційна залежність, основна властивість пропорції.
	Населення. Приріст населення.	Прогресії
Фізична культура	Ранжування за спортивною майстерністю. Прогноз оцінки шансів на виграш кожного учасника (ймовірність виграшу)	Теорія ймовірності

Фізика	Рівномірний рух, рівнозмінний рух	Лінійна та квадратична функції
	Швидкість	Залежність між компонентами математичних дій
	Рух тіла по похилій площині, знаходження коефіцієнта тертя	Тригонометрія, розв'язування трикутників
	Додавання сил	Вектори та дії над ними
	Розподіл струму в замкненому електричному колі	Розв'язування систем лінійних рівнянь
	Сила струму	Залежність між компонентами математичних дій
Література. Музика.	Поезія. Творчість Л. Бетховена, А. Моцарта, Ф. Шуберта, Ф. Шопена.	Ряд чисел Фібоначчі. «Золота пропорція»

Отже, використання STEM-навчання – це прекрасна можливість навчити учнів мислити та знаходити інформацію, вирішувати складні завдання та приймати рішення, організовувати співпрацю, розвинути здібності учня. Це дає принципово нову модель природничо-математичної освіти з новими можливостями і результатами як для вчителів, так і для учнів.

# ІННОВАЦІЙНЕ ТА ТРАДИЦІЙНЕ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

**Ворощак Ірина Василівна,**  
заступник директора ліцею №2 Зимноводівської ОТГ,  
вчитель вищої кваліфікаційної категорії

*Не навчайте дітей так, як навчали вас, -  
вони народились в інші часи...*

*(Народна мудрість)*

Як і чим зацікавити? Як навчити? Ці завдання постійно розв'язують педагоги. До школи прийшла особистість, яку треба помітити і зацікавити. Сучасні діти інші, це – особистості не з енциклопедично розвиненою пам'яттю, а з гнучким розумом, зі швидкою реакцією на все нове, з повноцінними, розвинутими потребами дальшого пізнання та самостійної дії. В цілому, традиційна школа зосереджується на запам'ятовуванні інформації. І все, що залишається в результаті навчання, це лише ті факти, які учні вчили напам'ять. Сьогодні вимагає від учнів вміння обробляти інформацію, виділяти суть та вміти застосувати цю інформацію.

Значною мірою це можна досягти, використовуючи інноваційні технології та нові підходу до процесу навчання. Від простого передавача знань вчитель мусить відмовитись і приміряти до себе інші ролі:

- **Фасилітатора.** Роль фасилітатора – допомогти учням досягнути очікуваних результатів навчання. Тому педагог-фасилітатор скоріше ставить запитання, сприяє, щоб звучали різні думки, точки зору у групі. Фасилітатор пропонує процес, який допомагає учасникам засвоїти знання.
- **Презентатора.** Під час проведення презентацій педагог інформує, мотивує, описує. Презентація здебільшого – це одностороння комунікація, яка передбачає передачу інформації від педагога аудиторії та підкріплюється візуальними засобами.

- **Тренера.** Допомагає іншим в оволодінні новими навичками, знаннями, ставленнями.
- **Наставника.** Допомагає учням переносити здобуті знання у практику. Заохочує рефлексивну практику.
- **Менеджера.** Планує, оцінює, вносить зміни до навчального процесу для досягнення учнями очікуваних навчальних результатів. Забезпечує необхідними ресурсами.
- **Консультанта.** Ділиться знаннями, навичками, розвиває спроможності учнів, робить внесок в успіх кожного.
- **Дослідника.** Роль учителя, як дослідника, вимагає від учнів нового розуміння процесу навчання, зміщуючи акцент від «зовнішнього до внутрішнього джерела».
- **Агента змін.** Заохочує та проводить постійний аналіз і рефлексію. Ініціює різноманітні альтернативні існуючій практиці нововведення. Сприяє процесу змін і розвитку класу/школи.

Глобальне завдання інноваційного навчання - розпалювати й підтримувати інтерес учнів до пізнання, вдосконалювати її творчий розвиток.

Ще Я. А. Коменський вважав інтерес основою навчання, адже оригінальна форма пізнання допомагає уникнути одноманітності, сприяє широкому застосуванню ефективних методів та прийомів засвоєння учнями нових знань та формування в них творчих здібностей.

Принципи, на які варто спиратися при організації навчального процесу:

1. Обмежене використання пояснювальних методів.
2. Організувати роботу так, щоб учень міг задовольнити свої потреби у навчанні. Інакше кажучи – зробити процес набуття знань необхідністю для школяра. Тому неабияку увагу приділяємо мотивації.
3. Щоб зробити уроки більш привабливими, використовувати ігрові форми роботи. Працювати в малих групах.
4. Створювати умови для експериментів і спостереження. Для цього, наприклад, можна використовувати онлайн-симуляції, відео з Ютубу.

5. Доцільно використовувати простір класу. Залежно від мети заняття і застосовуваних методів, можемо створювати потрібні зони, по-різному розставляти парти або взагалі прибирати столи.

Продуманий і правильно спланований навчальний процес є більш ритмічним, причому, здібні учні не мусять очікувати, поки їх наздоженуть слабші, не мусять слухати одне й те ж пояснення декілька разів. Слабкі учні можуть звертатися за допомогою стільки разів, скільки їм це потрібно, не відчуваючи, що клас іде вперед занадто швидко.

Проте, червоною канвою крізь усі інноваційні методи проходять традиційні методи навчання. Однак, вони адаптовані до нових принципів навчання. Наприклад, традиційне пояснення нового навчального матеріалу проводимо не для усіх учнів класу, а для утворених груп, «порційно». Тобто частину інформації залишаємо на самовивчення або пошук. Певну кількість лабораторних робіт просто необхідно проводити традиційно (особливо, якщо матеріальна база кабінету дозволяє це), адже фізика – наука, в якій максимального пізнання можна досягти лише через експеримент.

Кардинальний вплив на організацію навчального процесу мав карантин. На зміну живому експерименту, без якого вивчення фізики неможливе, слід було поставити інший спосіб проведення експерименту. І кращого ніж онлайн-симуляції, як на мене, не існує. (Симуляція – імітація певної реальної речі, ситуації чи процесу. Процес симуляції зазвичай включає відтворення деяких ключових властивостей чи поведінки обраної фізичної або абстрактної системи).

На сьогоднішній день є кілька прекрасних платформ, які можна легко використовувати як при очному навчанні, так і при дистанційній формі навчання. Хочу поділитись інформацією про ці симуляції та запропонувати вам способи їх використання.

#### 1. Інтерактивні симуляції PhET

Сайт заснований у 2002 році лауреатом Нобелівської премії Карлом Віманом - це проект University of Colorado Boulder для створення і використання

безкоштовних інтерактивних симуляцій з математики і наук про природу. PhET-сіми створені на основі наукових педагогічних досліджень і спонукають учнів до навчальних досліджень і експериментування використовуючи інтуїцію в середовищі, подібному до гри.

2. Фізика в школі – HTML5. Сайт анімацій та симуляцій лише з фізики.

Обидва сайти перекладені українською.

Для вивчення астрономії раджу скористатись Stellarium

Stellarium - вільний віртуальний планетарій. Програма використовує технології OpenGL та SDL, щоб створювати реалістичне небо у режимі реального часу. Із Stellarium, можливо побачити те, що можна бачити неозброєним оком, біноклем або маленьким телескопом.

Stellarium створений французьким програмістом Фабіаном Шеро, який запустив проєкт влітку 2001 року. Серед розробників: Роберт Сперман, Джокейнс Гадждозіка та Джохан Меєріс, який є відповідальним за художні роботи.

Цей віртуальний планетарій зручно використовувати при будь якій формі навчання, адже це чудова візуалізація.

(Більш детально про усі можливі сімів можна дізнатись за покликанням <https://osvitoria.media/experience/online-simulations/> )

Приклад використання симуляції «Лабораторія конденсаторів» в 10 класі.

До вашої уваги лише частина конспекту уроку з вказівками до роботи із симуляцією.

### **Вказівки до виконання роботи.**

1. Відкрийте лабораторний стимулятор за посиланням:

file:///C:/Users/Komp/Downloads/capacitor-lab-basics\_uk.html

2. Виберіть коло з лампочкою і включіть усі показники (поставте галочки у правому верхньому кутку).

3. Затискачі вольтметра приєднайте до пластин конденсатора.

4. Для зарядження конденсатора вимикач перемикайте на джерело.

5. Встановіть потрібну напругу (слідкуєте за вольтметром) пересуваючи

ручку на джерелі вгору або вниз.

6. Властивості конденсатора оцінюєте за часом світіння лампи під час розрядження конденсатора.

**Завдання 1:** Дослідження залежності властивостей конденсатора від відстані між пластинами.

На джерелі встановити напругу 1 В. і змінюючи відстань між пластинами записати час світіння лампи. Виконати дослід 5 разів. Результати записати в таблицю. Зобразити електричне коло з вказаним напрямом електричного струму та електричного поля між пластинами. Зробити висновки. (Таблиця 1)

**Завдання 2:** Дослідження залежності властивостей конденсатора від площі пластин конденсатора.

На джерелі встановити напругу 1 В. Змінюючи площу пластин записати час світіння лампи. Виконати дослід 5 разів. Результати записати в таблицю. Зобразити електричне коло з вказаним напрямом електричного струму та електричного поля між пластинами. Зробити висновки. (Таблиця 2)

**Завдання 3:** Дослідження залежності властивостей конденсатора від напруги на джерелі.

Змінюючи значення напруги на джерелі, дослідити час світіння лампи (напругу змінювати лише в додатному напрямку). Виконати дослід 5 разів. Результати записати в таблицю. Зобразити електричне коло з вказаним напрямом електричного струму та електричного поля між пластинами. Зробити висновки. (Таблиця 3)

**Завдання 4:** Дослідження залежності властивостей конденсатора від зміни знаку заряду пластин.

Обрати значення напруги і по черзі змінити його з додатного на від'ємне, записати час світіння лампи в кожному випадку. Пластини будуть змінювати знак заряду. Виконати дослід 3 рази. Результати записати в таблицю.

Зобразити електричне коло з вказаним напрямом електричного струму та електричного поля між пластинами. Зробити висновки. (Таблиця 4)

Таблиці є у прикріпленому документі.

**Творче завдання: Запропонуйте, які ще дослідження конденсатора можна провести, використовуючи симуляцію.**

Лабораторну роботу оформити на листку А4 з підписом вгорі і як завжди надіслати для перевірки.

№ з/п	Напруга на джерелі (В.)	Відстань між пластинами (мм.)	Час світіння лампи (с.)
-------	-------------------------	-------------------------------	-------------------------

**Таблиця 1.**

№ з/п	Напруга на джерелі (В.)	Площа пластин (мм <sup>2</sup> .)	Час світіння лампи (с.)
-------	-------------------------	-----------------------------------	-------------------------

**Таблиця 2.**

№ з/п	Параметри конденсатора (відстань між пластинами, площа пластин, не змінювати)	Напруга на джерелі (В.)	Час світіння лампи (с.)
-------	---	-------------------------	-------------------------

**Таблиця 3.**

№ з/п	Параметри конденсатора (відстань між пластинами, площа пластин, не змінювати)	Напруга на джерелі (В.)	Час світіння лампи (с.)
1		+	
		-	
2		+	
		-	
3		+	
		-	

#### **Таблиця 4.**

##### **Симуляція «Форми енергії та її зміни», 8 клас.**

Візуалізація, запропонована в цій симуляції, дає можливість учням шляхом проб, переконатись як передається і втрачається енергія, як вона залежить від речовини, у який спосіб системі можна передати енергію, який із них найбільш ефективний і, зрештою, при якій передачі найменші втрати енергії ( а це і екологічне виховання). Цю симуляцію можна застосувати на уроці для самодослідження.

##### **Симуляція «Дифузія», 7 клас.**

Семикласника дуже цікаво досліджувати явище дифузії за даною симуляцією. Учні можуть задавати кількість частинок, масу, радіус, температуру. За кожним фактором можна зробити висновок про швидкість дифузії. Дітям можна запропонувати творче завдання з додатковими датчиками – секундомір, масштабна сітка. У творчому завданні я завжди пропоную придумати способи додаткового вивчення того чи іншого явища, використовуючи симуляцію.

##### **Симуляція «Лабораторія імпульсу», 9 клас.**

Змінюючи масу і швидкість, учні мають можливість спостерігати як змінюється напрям вектора імпульсу, вектора швидкості при різних видах ударів (їх можна обирати), положення центра мас. Включивши опцію «значення», можна спостерігати числову зміну енергії, імпульсу, швидкості. Не виконуючи додаткових обчислень учні перевіряють закон збереження та перетворення імпульсу та енергії. У цій симуляції також є додаткові датчики, що дають можливість творчого завдання.

##### **Симуляція «Інтерференція хвиль», 11 клас.**

Гарний спосіб візуалізації інтерференції. Учні можуть утворити хвилю від різних джерел, дослідити інтерференційну картину з одним та кількома джерелами, з різними перешкодами, з різною кількістю щілин, з різною відстанню до щілин. Учні можуть задавати частоту і амплітуду хвилі, а ввімкнувши графік, побачити графічну залежність, визначити період і частоту хвилі.

Вище наведені приклади симуляцій доводять, що їх можна використовувати в будь якому класі. Кожен вчитель знайде для себе ще багато можливостей за допомогою симуляцій зробити урок або домашнє завдання цікавим і доступним.

Корисна інформація: кожна симуляція має опцію «Докладніше», відкривши її вчитель може ознайомитись з темою, описом і прикладами навчальних цілей.

Ця підказка допоможе скласти план роботи, тему завдання, хід експерименту.

Методичне видання

**Інноваційне та традиційне  
у педагогічних технологіях навчання фізики й астрономії  
в сучасній українській школі  
Посібник для вчителів**

**Укладачі Андрій Бурий, Олена Цогла**



Комунальний заклад Львівської обласної ради  
**ЛЬВІВСЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ІНСТИТУТ  
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ПЕДАГОГІЧНОЇ ОСВІТИ**

**Адреса:** вул. Огієнка, 18А  
м. Львів  
Україна  
79007

Приймальня (0322) 55–38–30

Кафедра природничо-математичної освіти (0322) 61–65–40

Формат 60x90/16. Папір офсетний. Гарнітура Times. Наклад  
100 прим. Обл. друк. арк. 9,07. Ум. друк. арк. 4,25.

