

Шлях фізика в Україні - які перспективи?

або "Навчатися фізиці - це круто"



Олег Безшийко,
КНУТШ

Oleg Bezshyyko,
TSNUK

Безшийко Олег Анатолійович

**кандидат фіз.-мат. наук, доцент,
доцент фізичного факультету
(кафедра ядерної фізики та фізики
високих енергій)**

**Київського національного університету
імені Тараса Шевченка**

E-mail: obezsh@gmail.com

Тел.: +38 068 1177784

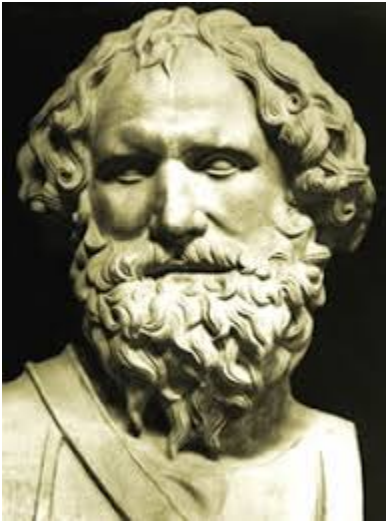


Універсальні солдати

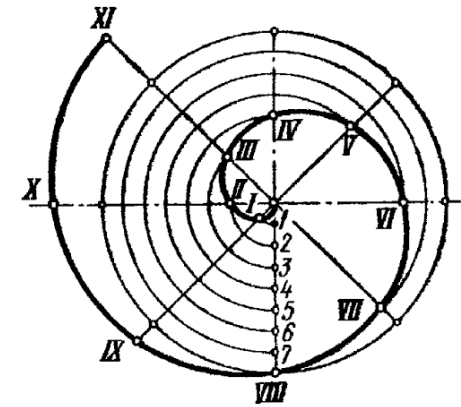
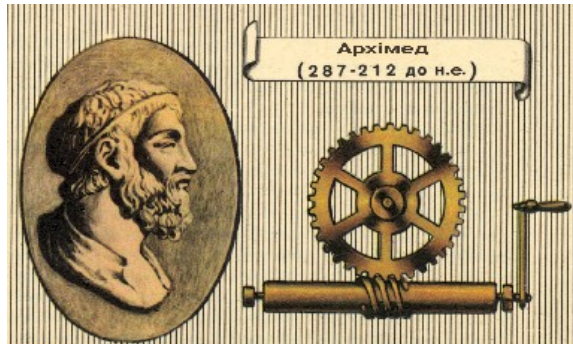
Измерение круга

Измеряя круг, Архимед пришёл к выводу:
Отношение длины окружности C к диаметру d всегда постоянная величина, которую он назвал π

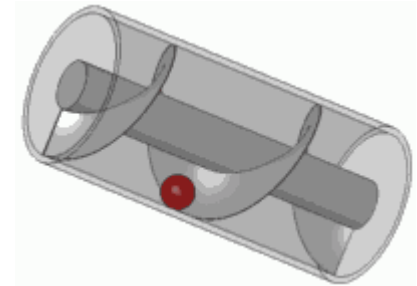
$$\pi = C : d$$



**АРХИМЕД
(ARCHIMEDES)**

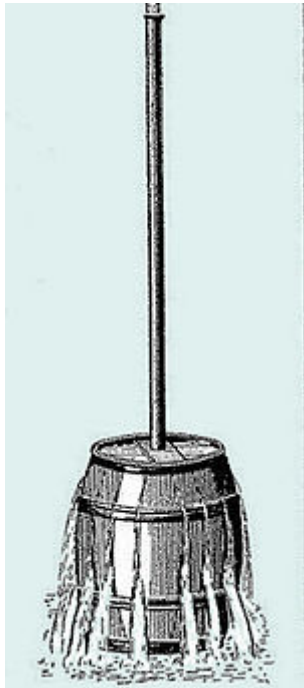


Спіраль Архімеда

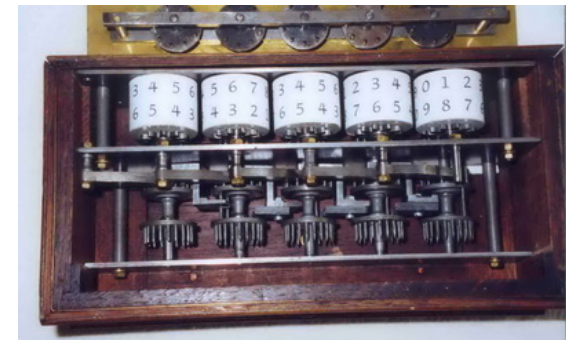


Архімедів гвинт





Універсальні солдати



**Блез Паскаль
(1623-1662)**

Один із засновників [математичного аналізу](#), [теорії ймовірностей](#) та [проективної геометрії](#), творець перших зразків лічильної техніки, автор основного закону [гідростатики](#). Відомий також відкриттям формули [біноміальних коефіцієнтів](#), винаходом гідравлічного преса й [шприца](#) та іншими відкриттями. Автор знаменитих «Думок» та «Листів до провінціала», які стали класикою французької літератури. На честь Паскаля названа одиниця вимірювання [тиску](#) ([Паскаль](#)), а також популярна мова програмування [Pascal](#).

Універсальні солдати

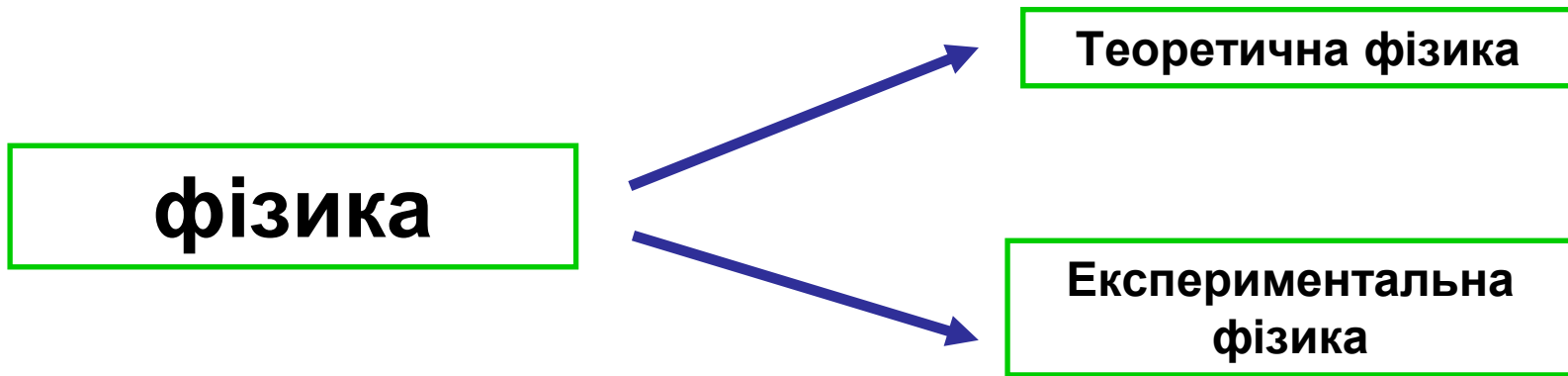


Жуль Анрі Пуанкарé ([фр. Jules Henri Poincaré](#); [29 квітня 1854](#)— [17 липня 1912](#), [Париж](#)) — [французький математик](#), [фізик](#), [філософ](#) і теоретик науки. Голова [Паризької академії наук](#) (з [1906](#)) і [Французької академії](#) (з [1908](#)). Пуанкарé називають одним з найбільших математиків всіх часів, останнім математиком-універсалом, людиною, здатною охопити всі математичні результати свого часу.



Сімеон-Дені Пуассон ([фр. Siméon-Denis Poisson](#)) ([21 червня 1781](#), [Пітів'є](#), департамент [Луаре](#), — [25 квітня 1840](#), [Париж](#)) — французький фізик і математик. Праці Пуассона відносяться до теоретичної і небесної [механіки](#), [математики](#) і [математичної фізики](#).

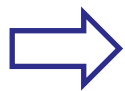
XX сторіччя



Вау розділи – атомна, ядерна фізики, фізика частинок, квантова механіка, релятивістська механіка – **лавиноподібне наростання кількісно і в складності**

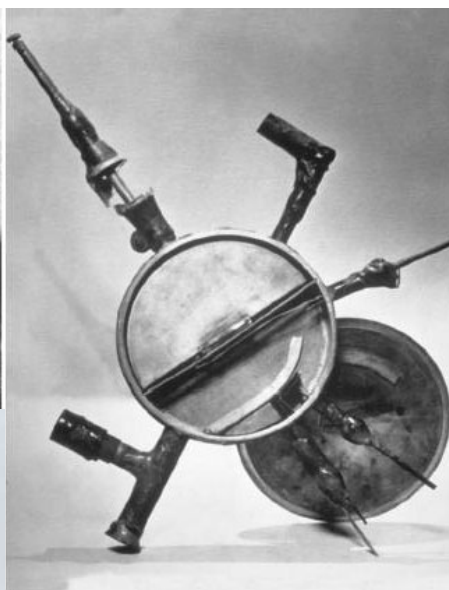
До середини ХХ сторіччя

фізика



- Не робота, а кайф і хобі,
іграшки дорослих дядь і
тьоть – **Вау фізика**

E. O. Lawrence: Nobel
Prize, 1939



184-inch Cyclotron, Berkeley 1940

Перший циклотрон, побудований Ернестом Лоуренсом в 1931 році, розміщувався на долоні і прискорював протони до 0,08 MeV.

Електростатичний генератор (ЕСГ) - Високовольтний генератор Ван-де-Граафа

High voltage generation: Van de Graaff Generator

Robert Jemison Van de Graaff

20 December 1901

16 January 1967

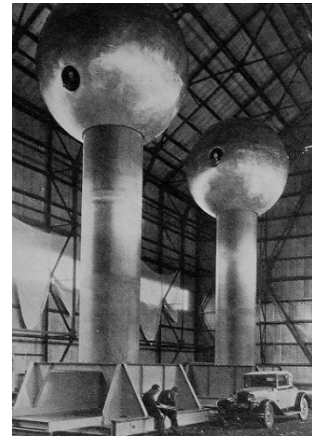


Перші генератори

1929 рік - 80 кВ
(з допомогою
Nicholas Burke,
Princeton
University)

1932 рік - 1 МВ

1933 рік - 7 МВ



associate professor,
Massachusetts
Institute of
Technology (MIT)



Вау фізика

РОБЕРТ ВИЛЬЯМС ВУД. СОВРЕМЕННЫЙ
ЧАРОДЕЙ ФИЗИЧЕСКОЙ ЛАБОРАТОРИИ

Сибрук Вильям

Жанр: Биографии и мемуары, Публицистика

Год издания: 1946

Издательство: М.

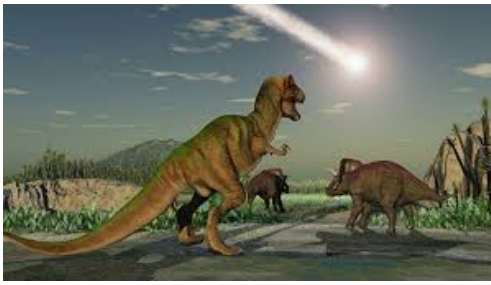


Вау фізика трохи заснула

- Початок 70-х (кінець 60-х) і до кінця 80-х - **відносний застій у фізиці**
- І тихий та невпинний розвиток обчислювальної техніки :
 - ✓ **ЕОМ на лампах (40-і – 50-і роки)**
 - ✓ **ЕОМ на транзисторах (1955 – 1965 роки)**
 - ✓ Нобелівська премія 1956 року за створення транзистора в 1947 р. (John Bardeen, Walter Brattain, William Shockley)
 - ✓ **ЕОМ на інтегральних мікросхемах (1965 – 1980 роки)**
 - ✓ 1958 -1960 – створено першу кремнієву інтегральну схему

І грянув стрибок

Який мало хто помітив з фізиків (((



- **Експоненційно швидкий перехід на надвеликі інтегральні мікросхеми (ранні 80-і):**
 - ✓ "very-large-scale integration" ([VLSI](#))
 - ✓ надвелика інтегральна схема (НВІС)
 - ✓ НВІС — більше 10 тис. елементів на кристалі
- **Комп'ютер – кожному на стіл**
 - ✓ Apple II - 1977 рік , MOS Technology 6502 (1975 рік, 8-бітний процесор, 16-розрядів адресна шина)
 - ✓ IBM PC - 1981 рік , процесор Intel 8088 (1979 рік, 16-бітний процесор (реєстри), 8-бітна шина даних)
- **Розробка скануючих тунельного і атомно-силового мікроскопів (початок 80-х)**
 - ✓ Тунельний мікроскоп винайшли [Герд Біннінг](#) і [Генріх Рорер](#) із швейцарського відділення [IBM](#), за що отримали [Нобелівську премію з фізики](#) за [1986](#) рік разом із винахідником [електронного мікроскопа Ернстом Рускою](#)
 - ✓ **Intel 80386** (також відомий як **i386** або просто **386**) — 32-бітний x86-сумісний [процесор](#) третього покоління фірми [Intel](#), випущений 17 жовтня 1985



А за ним і другий стрибок

А до цього ще навіть не всі звикли,
не те що не помітили



- Закінчилася міні-ера збільшення потужності комп'ютерів за рахунок збільшення частоти процесора, стартувала реальна багатоядерність на персональних комп'ютерах (початок 2000-х):
 - ✓ Intel Pentium Dual-Core — мікропроцесори архітектури x86 від Intel з 2006 по 2009 рік.
- Використання GPU для наукових розрахунків
 - ✓ Первинна версія CUDA [SDK](#) була представлена [15 лютого 2007](#) року.
- Розвиток дешевих кластерів – «суперкомп'ютер на стіл кожному вченому»
 - ✓ Влітку 1994 року Томасом Стерлінгом і Доном Бекером, що працювали в центрі CEDSIS (Center of Excellence in Space Data and Information Sciences), був побудований перший кластер з 16 процесорів [Intel](#) DX4, з'єднаних мережею [Ethernet](#) з дублюванням каналів. Машина була названа Veowulf на честь героя скандинавської саги.
- GPU та кластери для наукових розрахунків + молекулярна динаміка = стрибок нанотехнологій, квантова хімія, стрибок в розвитку генетики



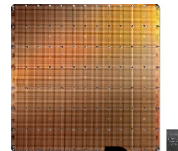
А за останні 5 років ми знаходимося у третьому стрибку науки і технологій



І тут взагалі темна територія в розумінні грандіозності і напрямку цього стрибка

- Використання апаратного прискорення алгоритмів штучного інтелекту призвело до переходу кількості у якість (грандіозність масштабу цього переходу ми тільки починаємо осмислювати):

- ✓ Top Startups developing AI Hardware <https://www.ai-startups.org/top/hardware/>
- ✓ The Cerebras Wafer Scale Engine is 46,225 mm² with 1.2 Trillion transistors and 400,000 AI-optimized cores



- Модні фрази: *AI - Artificial Intelligence, Deep learning, Machine Learning, Neural Networks, Big Data*
- Деякі програмісти-кодери **не соромляться видумувати**, що цей стрибок за рахунок алгоритмів і це - новий ресурс розвитку для програмістів-кодерів – а все як раз навпаки (про це далі)
- Ще у 1943 році була розроблена комп'ютерна модель нейронної мережі на основі математичних алгоритмів і теорії діяльності головного мозку
<https://neuronus.com/history/5-istoriya-nejronnykh-setej.html>

А на горизонті нова хвиля стрибків



- Квантові комп'ютери
- 3D принтери → нанопринтери та біопринтери
- FabLabs (*fabrication laboratory*) «на столі»
✓ Виробництво ІС «на столі»
- Лабораторія на чіпі – в генну інженерію
- *Квантова хромодинаміка - «з небес на землю»*

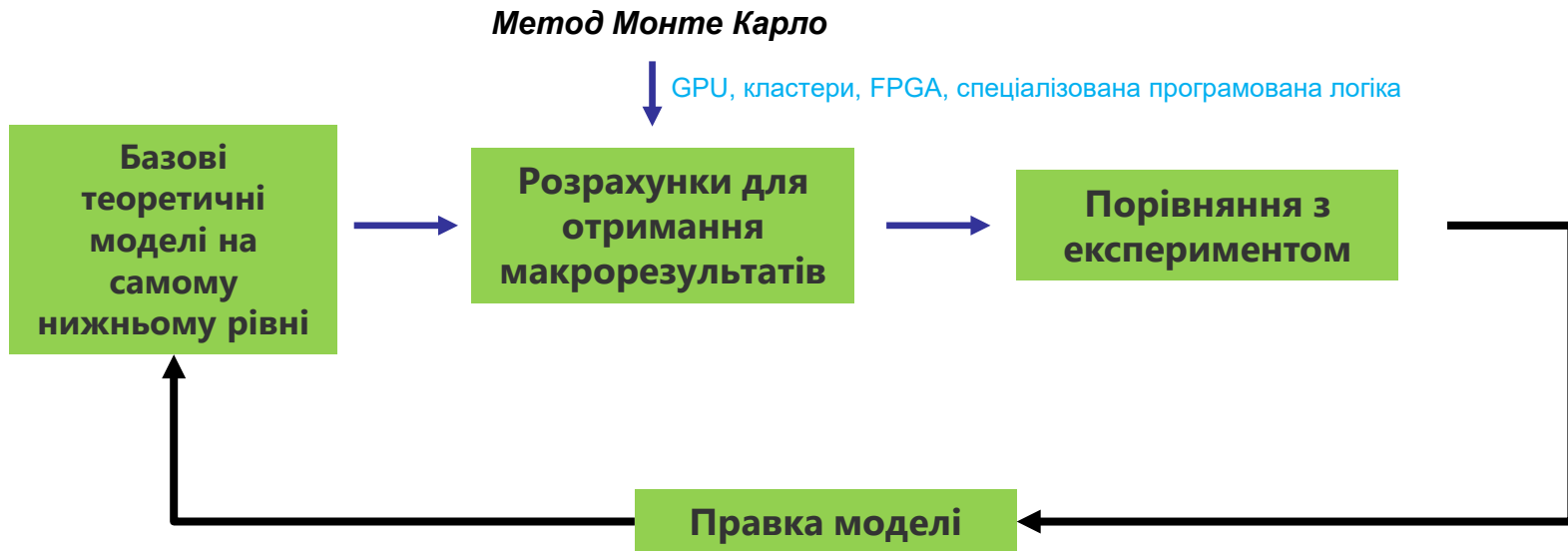


Основний висновок – універсальний солдат повертається!!!

physics everywhere!!!

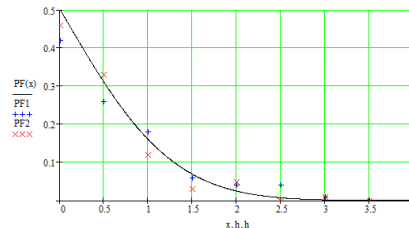
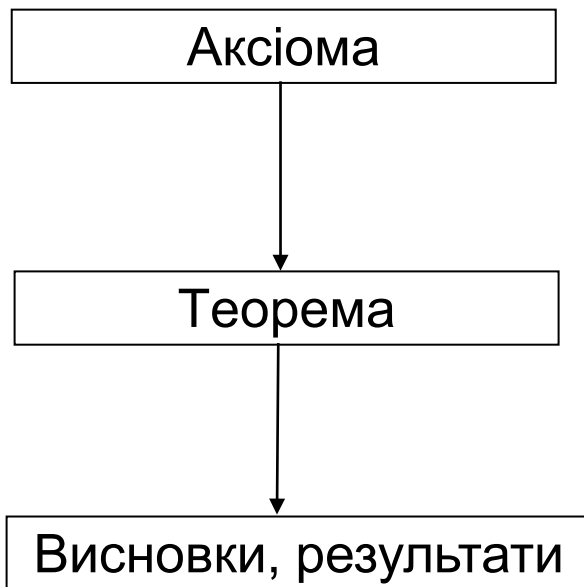
Творче перебільшення

Універсальний солдат



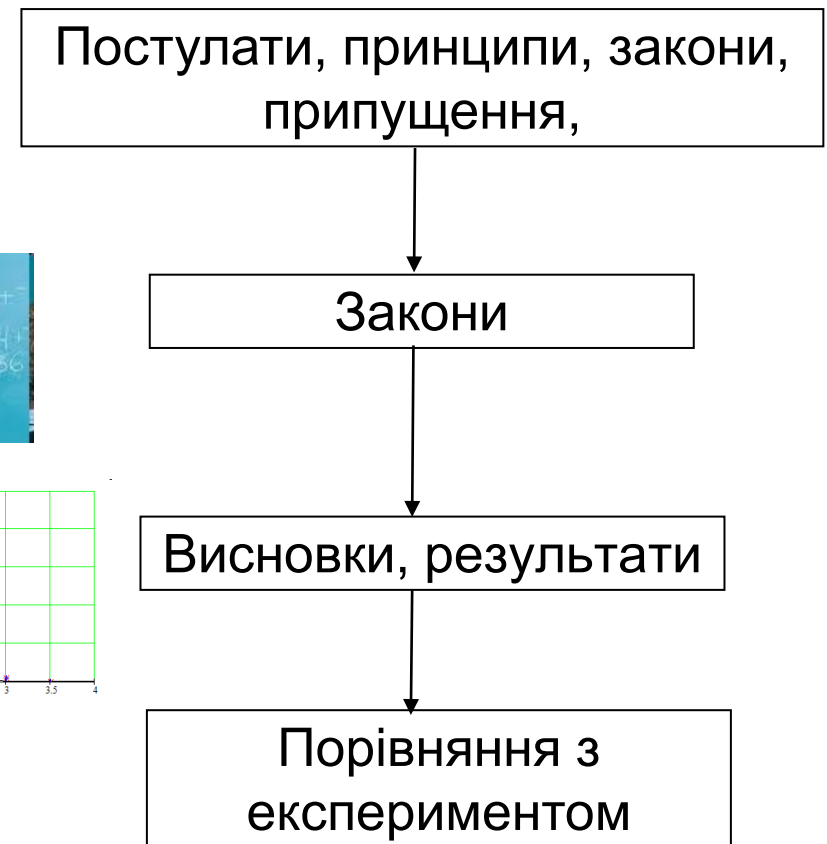
Процес формування системи знань

В математиці



В фізиці

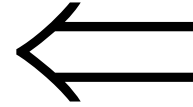
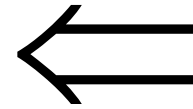
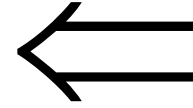
(та інших природничих науках)



$$p = \text{const} \Rightarrow \frac{V}{T} = \text{const} \quad \text{— закон Гей-Люссака}$$

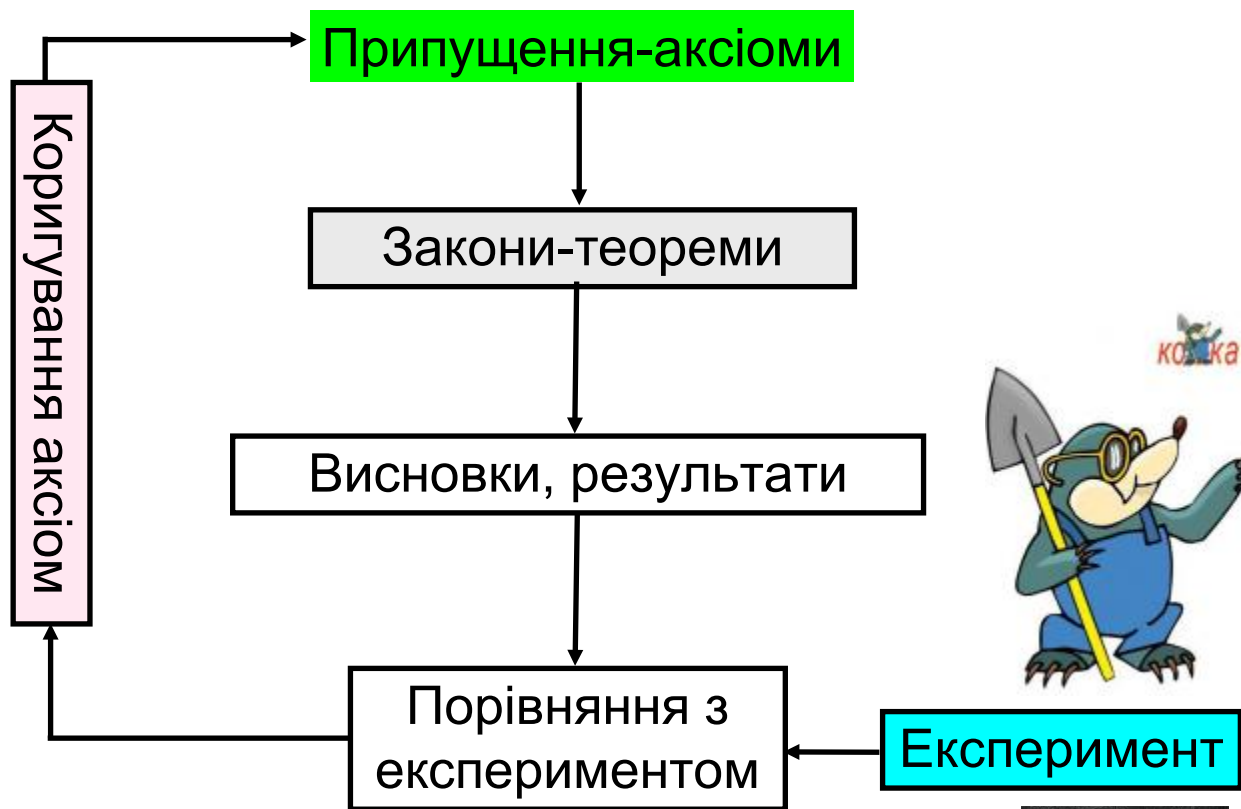
$$V = \text{const} \Rightarrow \frac{p}{T} = \text{const} \quad \text{— закон Шарля}$$

$$T = \text{const} \Rightarrow p \cdot V = \text{const} \quad \text{— закон Бойля-Мариотта}$$



Постулати: постулати Бора, Принцип Паулі, принцип невизначеності в квантовій механіці, закони Ньютона в класичній механіці

$$pV = \frac{m}{\mu} RT$$



А як це заломлюється в Україні?

Думаєте, зараз фізикам найважче тут?

Ага, а як же... В середині 90-х місячна зарплата рядового фізика була 5-7 доларів, захищеного – 15 доларів. Ми «конкурували» з дівчинкою без освіти в кіоску (тиждень-черезтиждень) за її 100 баксів. В інститутах не платили місяцями, іноді молока дитині купити не вистачало грошей. Залишалися вченими диваки і ентузіасти. Так що не «плакайте» нинішні абітурієнти і студенти. Зараз реальну конкуренцію бажаючим бути фізиками складає програмування (в Україні це на 95-98% – кодерство) з достатньо високими (відносно українських реалій) зарплатами. **Але тут все не так страшно, я б сказав навпаки – повинно бути страшно програмістам-кодерам** (при всій повазі до цієї важкої, але добре оплачуваної професії). Деталі можете прочитати в моїй старій **(але не застарілій)** статті **«Програмісти в Україні і штучний інтелект – щастя чи криза»** <https://obezsh.blogspot.com/>

Моя рекомендація тим, кому подобається фізика – **не сповзайте студентами в програмування-кодерство, залишіть це тисячам і тисячам інших конкурентів. Є безпрограшний варіант для фізика, який вірить, що він готовий бути серед найкращих**

Код да Вінчі для студента-фізика

(вже розшифрований :))

1-й, 2-й курс наполегливо отримувати математично-фізичні знання

3-й курс – продовжувати наполегливо отримувати математично-фізичні знання і, хто готовий, починати робити студентську «наукову» роботу

4-й курс – додатково до навчання робити студентську «наукову» роботу – Ву експерименти, міжнародні турніри і олімпіади, стажі і школи за кордоном, робота в наукових групах, участь в статтях (напрацювання Ву CV), навчатися не кидати розпочату роботу, отримати максимальну кількість навичок і досвіду, перепробувати максимально можливу кількість напрямків і областей роботи

5-й та 6-й курс – продовжувати розпочате на 4-му році, концентруватися на напрямках

Підготовка до вступу до магістратури чи PhD в один з 10-ки(20-ки) рейтингу

Навчатися «вигравати» в Crowdfunding системах типу <https://www.kickstarter.com/> «зароби свої перші 100 тисяч баксів»

Обов'язково поступити в аспірантуру (PhD), в нинішніх умовах бажано за кордоном чи в спільну аспірантуру

Код да Вінчі для студента-фізика (вже розшифрований :)))

Обов'язково захиститися (PhD thesis - дисертація)

Продовжити наукову роботу (PostDoc, постійний контракт, професор університету)

Піти програмістом на вигідних умовах

Піти вигідно в виробництво, інженерну розробку, банківську справу і т.д.

Розпочати свою справу – в стилі Ілона Маска

**Все просто, надійно і вигідно
(практично гарантовано і хороша
оплата) для мотивованих і
наполегливих студентів**

Оценка критериев и веса



Рейтинг в мире	Учреждение	Страна	Балл	Академич. репутация	Индекс цитирования на 1 преподавателя	Репутация среди работодателей	Соотношение Студент/преподават	% иностранных препод.	% иностранных студентов
1	MIT		100	100	99,9	100	100	100	96,1
2	Стэнфордский Университет		98,7	100	99,4	100	100	99,6	72,7
3	Гарвардский Университет		98,4	100	99,9	100	98,3	96,5	75,2
4	Калифорнийский технологический институт		97,7	99,5	100	85,4	100	93,4	89,2
5	Кембриджский университет		95,6	100	78,3	100	100	97,4	97,7
6	Оксфордский университет		95,3	100	76,3	100	100	98,6	98,5
7	UCL Университетский колледж Лондона, Лондонский университет		94,6	99,7	74,7	99,5	99,1	96,6	100
8	Имперский колледж Лондона (Imperial College London)		93,7	99,4	68,7	100	100	100	100
9	Чикагский Университет		93,5	99,9	85,9	92,9	96,5	71,9	79,8
10	ETH Zurich		93,3	99,6	98,7	99,4	68,2	100	98,8
11	Nanyang Technological University, Singapore (NTU)		92,2	93,9	83,3	96,6	93,6	100	22 88,2



Деякі рівні зарплат і стипендій для фізиків

[ETH Zurich](#)

These are the salary rates for doctoral students (rates in CHF):

Rates	1st year	2nd year	3rd year
Standard	47,040	48,540	50,040
Rate 2	52,855	55,230	57,610
Rate 3	58,670	61,920	65,180
Rate 4	64,485	68,610	72,750
Rate 5	70,300	75,300	80,320

Місячна зарплата професора в Цюрихському університеті – 28,000 франків, податок 20%

Деякі рівні зарплат і стипендій для фізиків

CERN - Salary conditions

Staff

Entrance salary ranges (remuneration net of tax) are determined by a grade assigned to each job. Assignment to a given grade is based on the level of functions of the job, as well as the relevant experience, qualification and skills.

Career progression at CERN within a job is based on performance and expertise. Changes of grades are based on the level of functions and responsibilities.

Grade	Basic minimum entry level-salary (CHF per month)
1	3964
2	4717
3	5613
4	6649
5	7948
6	8743
7	10404

(Salary grid effective 1 January 2021)

Fellows

Position	Stipend (CHF per month)
1	4585
2	5305
3	6586
4	7201
5	7592
6	7926
7	8178

Students

Programme	Subsistence allowance (CHF per month)
Doctoral	3719
Technical	3319
Administrative	3319
Summer	90 CHF/day

Філософія студента-фізика. Навіщо вчити фізику

Декілька лайфхаків для студентів фізиків від Безшийка Олега

1. Ще рік назад такої можливості не було практично – починаючи з 2021 року (як мінімум 7 років) науковці з українських університетів та інститутів і (що особливо цікаво!) приватні фірми можуть в повній мірі приймати участь у грантах європейської суперпрограми **Horizon Europe** (https://ec.europa.eu/info/files/horizon-europe-investing-shape-our-future_en) підтримки розробки нових наукових ідей, інновацій, R&D, розвитку нових технологій. За сім років планується витратити **більше 95 мільярдів євро** на цю програму. Різко збільшені розміри грантів на проекти – в середньому 2-4 мільйони євро і більше. Але підтримуються актуальні тематики, цікаві європейській спільноті і вони чітко перераховані – є сенс працювати в цих напрямках. З'явилися і нові фонди для України, які можуть допомагати молодим вченим і інженерам (включно зі студентами) – дивіться 6 п.
2. Не раджу зациклюватися на старих тематиках чи дуже нішевих (не дуже прислуховуйтеся до аргументів типу «сидить-сидить у щілині, а потім бац – і нобелівська премія»), що нерідко виходить в деяких групах і у наукових керівників із великим досвідом роботи в одному напрямі (30-40 років), хоча бувають і виключення. Перевіряйте, які публікації (їх якість і кількість) за останні роки 10, які попадають у відомі бази даних наукових публікацій (наприклад Web of Science <https://web.archive.org/web/20161226090728/http://ipscience.thomsonreuters.com/product/web-of-science/> чи Scopus <https://www.scopus.com>). Це особливо ефективно як перевірка для України, бо за кордоном більше тиснуть, щоб були публікації в хороших журналах. Намагайтеся, щоб бути автором (співавтором) статей в журналах з високим імпаکت-фактором (https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_factor) для відповідного напрямку науки. Ще цінуються рівень квартиля журналу (рекомендую орієнтуватися на 1 і 2 квартилі), та в деяких країнах і h-індекс, або індекс Хірша <https://ua.publ.science/uk/blog/kvartil-zhurnal-gde-luchshe-publikovatsya> <https://openscience.in.ua/quartile-wos-scopus.html>

Філософія студента-фізика. Навіщо вчити фізику

Декілька лайфхаків для студентів фізиків від Безшийка Олега

3. Рекомендую намагатися працювати паралельно над кількома тематиками по різних напрямкам (сильним студентам не складно до 3 і більше тематик вести) – це і розвиватиме навички і широкий досвід та дозволить відносно легко обходити проблеми при виконанні 1 і 2 пункту лайфхаків. Якщо працюєте в інституті чи науковій лабораторії, або у своєму технологічно-науковому бізнесі – досить просто паралельно працювати над кількома тематиками, чого не скажеш про роботу на фірмі, де інтенсивно виконуєте стандартні процедури як рядовий співробітник (ніхто не дасть вам «гуляти» - за винятком декількох відомих фірм у світі).
4. Намагайтеся захистити якомога раніше PhD дисертацію – краще одразу після закінчення магістратури, найпростіше це зробити по фізичним чи близьким тематикам за кордоном
5. Намагайтеся після закінчення магістратури в Україні поступити в магістратуру і (чи) аспірантуру (PhD student) університету з світового рейтингу першої 10-20ки, і уж точно не нижче 100 рейтингу (винятки бувають, коли якась лабораторія чи керівник суттєво виділяється на фоні свого університету у кращу сторону і мають хороші рекомендації у відповідних наукових колах). Це дозволить вам навчитися правильно працювати і мати авторитетне CV по життю. Є кілька світових рейтингів університетів, але перша 10-ка, 20-ка не сильно варіюється:
 1. <https://roundranking.com/ranking/world-university-rankings.html#world-2021>
 2. <https://www.usnews.com/education/best-global-universities/rankings>
 3. [https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort by/rank/sort order/asc/cols/stats](https://www.timeshighereducation.com/world-university-rankings/2020/world-ranking#!/page/0/length/25/sort%20by/rank/sort%20order/asc/cols/stats)
 4. <https://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings/2020>

Філософія студента-фізика. Навіщо вчити фізику

Декілька лайфхаків для студентів фізиків від Безшийка Олега

6. Окрім грантів європейської суперпрограми **Horizon Europe** (https://ec.europa.eu/info/files/horizon-europe-investing-shape-our-future_en), де виграти можуть тільки вже досвідчені і більш дорослі науковці і інженери, є ціла група грантових фондів і програм, де реально можуть приймати участь усі (включно зі студентами), і необов'язково із університетів, це можуть бути і фізичні особи, чи групи осіб, приватні фірми (маленькі і великі). І хоча суми там пропонуються в середньому менші, ніж в Horizon Europe (як правило 20-40 тис.доларів на терміни від 6 місяців до 2 років) – ці суми можуть бути непоганими стартовими трамплінами вашого професійного росту, наприклад:

- [Головна - Ukrainian Startup Fund \(usf.com.ua\)](https://usf.com.ua) ([Охота на "єдинорогов". Как работает Украинский фонд стартапов и как получить финансирование | Экономическая правда \(epravda.com.ua\)](https://usf.com.ua/grant-usf/) (<https://usf.com.ua/grant-usf/>), <https://usf.com.ua/programma-grantovoi-pidtrimki-proiektiv-podvijного-priznachennya/>)
- [Національний фонд досліджень України – Віримо в нашу перемогу! \(nrfu.org.ua\)](http://nrfu.org.ua)

Також різні Crowdfunding фонди, наприклад (суми від тисяч до мільйонів доларів):

<https://thepage.ua/business/kraudfanding-ukraina-что-такое-kakie-platformy-sushestvuyut-i-kakie-preimushstva>

- <https://www.kickstarter.com/>

Kickstarter exists to help bring creative projects to life

Мабуть, самий відомий

- <https://www.indiegogo.com/>

Один з найбільших Crowdfunding

Почитайте по українським стартапам на кикстартері:

- <https://mind.ua/ru/publications/20220197-lidery-2020-top-10-ukrainskih-proektov-na-kickstarter>
- <https://mind.ua/ru/publications/20242053-ne-tormozim-top-10-uspeshnyh-ukrainskih-proektov-na-kickstarter-za-tri-mesyaca-voyny>

Філософія студента-фізика. Навіщо вчити фізику

Декілька лайфхаків для студентів фізиків від Безшийка Олега

7. Студентам треба формувати своє CV – якомога раніше і максимально наповнене якісною інформацією про себе.

Про CV (Curriculum vitae) - Curriculum vitae, CV (вимовляється укр. куррікулюм віте, в перекладі з латини «перебіг життя») — стислий опис біографічних даних, набутих кваліфікацій та професійних навичок. У нас, особливо в бізнесі іноді кажуть – Резюме
https://uk.wikipedia.org/wiki/Curriculum_vitae

- <https://www.youtube.com/watch?v=ydAoMc-Bmfo>
- <https://chmnu.edu.ua/yak-sklasti-curriculum-vitae-dlya-stazhuvannya-zakordonom/>

Що найбільше цінується в CV?

1. Самостійно (в більшій чи меншій мірі) зроблені проекти в області, в якій хочете стажуватися (працювати) !!!
2. Авторство в серйозних фахових журналах (з хорошим імпаکت фактором і квантилем (Q1, Q2, Q3, Q4) !!
3. Часта участь в міжнародних стажуваннях, школах, конференціях, турнірах і т.п !

Імпакт фактор і квантиль наукового журналу

- https://en.wikipedia.org/wiki/Impact_factor
- <https://openscience.in.ua/quartile-wos-scopus.html>
- <https://research.sfu-kras.ru/quartile>

Випускники кафедри ядерної фізики та ФВЕ (більше 70 випускників останніх років, більше 90 відео, аргументи, чому вчитися на фізика – це і цікаво, і вигідно)

https://www.youtube.com/playlist?list=PLKFgsOuJ0Bmz3S1_uVWmycZc1bJW3KvkR

Дякую за увагу!

Мирного неба над нашою головою!