

Історія фізики

доктор фіз.-мат. наук, професор
Макара Володимир Арсенійович

ВСТУП

Фізика відноситься до числа природних наук, завданням яких є вивчення природи з метою її підпорядкування людині.

У давнину слово «фізика» означало природознавство. Згодом природознавство розчленувати на ряд наук: фізику, хімію, астрономію, геологію, біологію, ботаніку і т. д.

Серед цих наук фізика займає певною мірою особливе положення, оскільки предметом її вивчення служать всі основні, найбільш загальні, прості форми руху матерії.

Накопичення знань про явища природи відбувалося вже в глибокій старовині. Навіть первісні люди, помічаючи риси подібності та відмінності в явищах навколишнього світу, набували зі своєї практики деякі знання про природу. Надалі систематизування накопичених знань призвело до виникнення науки.

Розширення та уточнення знань про явища природи вироблялося людьми внаслідок практичних потреб за допомогою спостережень, а на більш високій стадії розвитку науки - за допомогою експериментів (спостереження - це вивчення явища в природній обстановці, експеримент - відтворення явища в штучній обстановці з метою виявлення особливостей даного явища в залежності від створених умов).

Для пояснення явищ створювалися гіпотези. Висновки зі спостережень, експериментів та гіпотез перевірялися при різноманітному взаємодії науки і практики; практика вказувала способи уточнення наукового досвіду (спостережень і експериментів), виправляла гіпотези, збагачувала науку. Наука в свою чергу збагачувала практику.

У міру того як розсувалися застосування наукових знань до практики, виникала потреба у використанні цих знань для передбачення явищ, для розрахунку наслідків тієї чи іншої дії. Це призвело до необхідності замість розрізнених гіпотез створити узагальнюючі та обґрунтовані теорії.

Несмотря на огромные заслуги науки Древнего Востока, подлинной родиной современной науки стала Древняя Греция.

Фізика древности

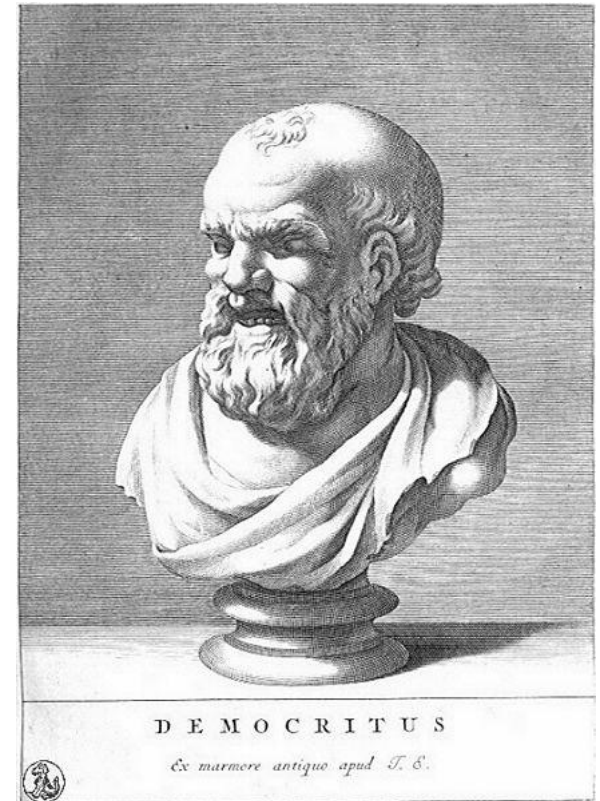
Демокріт (Демокрит) Абдерський (грецькою: *Δημόκριτος*) (приблизно 460—370 роки до н. е.), давньогрецький філософ-матеріаліст, засновник атомістичної гіпотези пояснення світу.

Демокріт народився в місті Абдери у Фракії. Він багато мандрував світом, вивчив філософські та натурфілософські ідеї різних народів (Єгипет, Вавилон, Персія, Індія, Ефіопія).

Демокріт розвинув вчення про атоми свого вчителя філософа Левкіппа, що є головним досягненням демокрітової філософії.

Демокріт приходять до ідеї неподільних атомів, які можуть бути різної конфігурації: гачкоподібні, якореподібні, кутасті, вигнуті тощо.

За Демокрітом фізичні атоми неподільні, але подумки в них можна виділити певні частини – точки, які не мають ваги і які не можна від атомів відторгнути.



Принципы Демокрита:

1. Из ничего не происходит ничего. Ничто существующее не может быть разрушено. Все изменения происходят благодаря соединению и разложению частей.

2. Ничто не совершается случайно, но все совершается по какому-нибудь основанию и необходимостью.

3. Не существует ничего, кроме атомов и чистого пространства, все другое только воззрение.

4. Атомы бесконечны по числу и бесконечно разнообразны по форме. В вечном падении через бесконечное пространство большие, которые падают скорее, ударяются о меньшие; возникающие из этого боковые движения и вихри служат началом образования мира. Бесчисленные миры образуются и снова исчезают одни рядом с другими и одни после других.

5. Различие между вещами происходит от различия их атомов в числе, величине, форме и порядке; качественного различия между атомами не существует. В атоме нет никаких «внутренних состояний»; они действуют друг на друга только путем давления и удара.

6. Душа состоит из тонких, гладких и круглых атомов, подобных атомам огня. Эти атомы наиболее подвижны, и движения их, проникающие в тело, производят все жизненные явления.

Атомістика, або **Атомізм** — в історії філософії — принцип пояснення єдності і різноманітності світу вічним рухом і взаємодією атомів, вчення про дискретну будову матерії; в сучасній науці атомістика є теоретичним поясненням єдності перервності і неперервності частинок матерії, їх взаємозв'язку та взаємоперетворення.

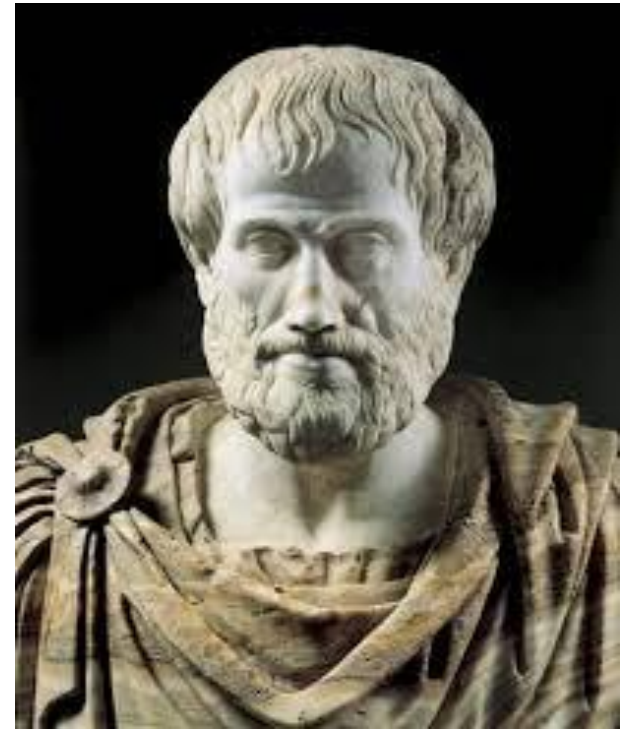
Атомістика була і залишається ареною боротьби матеріалізму проти ідеалізму, діалектики проти метафізики. Визнання атомістики об'єктивно-реального буття мікрочастинок матерії, можливості пізнання їх властивостей та законів взаємодії веде до матеріалістичного розуміння світу як закономірного руху матерії; заперечення об'єктивної реальності частинок матерії і можливості їх пізнання приводить до ідеалістичного погляду на світ.

Аристотель (часто також **Арістотель**; грец. *Αριστοτέλης*; 384 до н.е., Стагіра — 322 до н. е., Халкіда) — давньогрецький вчений-енциклопедист, філософ і логік, засновник класичної (формальної) логіки.

Арістотель народився в місті Стагіра. У 367 до н. е. — 347 до н. е. вчився в академії Платона в Афінах, у 343 до н. е. — 335 до н. е. був вихователем сина царя Македонії Філіппа — Александра. У 335 до н. е. повернувся до Афін, де заснував свою філософську школу — перипатетиків.

Хронологічно творча діяльність Аристотеля поділяється на три періоди:

- перший афінський — з 367 до н. е., коли він прибув в Афіни й став слухачем Академії Платона, де пробув 20 років;
- «роки мандрів» (347—334 роки до н. е.);
- другий афінський період — епоха Лікея.



В пізнанні Аристотель розрізняє різні *ступені*:

- практичне вміння («техне»), що базується на знанні про об'єкти, на які спрямована практична діяльність;
- розмірковування («фронезіс»);
- наука;
- мудрість («софія»);
- розум («нус») — продуктивна сила пізнання.

Розмірковуючи про «становлення», Аристотель викладає вчення про причини, якими визначається перехід можливості в дійсність.

У кожній речі мислитель виділяє 4 причини:

1. причину матеріальну,
2. причину формальну,
3. причину дійову,
4. причину кінцеву, або цільову («кауза фіналіс»).

Аристотель мав великий вплив на дальший розвиток філософії і науки, зокрема в Україні. В 16 і 17 ст. курси філософії Аристотеля читались в братських школах і в Києво-Могилянській колегії (курси Йосифа Кононовича-Горбацького, Інокентія Гізеля та ін.). У першій половині 18 ст. вчення Аристотеля викладалось у Київській академії (курси Феофана Прокоповича, Михайла Козачинського, Георгія Кониського та ін.) і в кількох десятках семінарій в слов'янському світі — в Україні (Харків, Переяслав).

Твори Аристотеля

Про природу

Φίσικα / Φυσική ἀκρόασις / *Physica*

Про небо / Περί οὐρανοῦ / *De Caelo*

Про виникнення і знищення / Περί γενέσεως καὶ φθορᾶς / *De Generatione et Corruptione*

Μετεωρολογικά / Τα μετεωρολογικά / *Meteorologica*

Про душу / Περί ψυχῆς / *De Anima*

Про сприйняття і сприйняте / Περί αἰσθήσεως καὶ αἰσθητῶν / *De Sensu et Sensibilibus*

Про пам'ять і спогади / Περί μνήμης καὶ ἀναμνήσεως / *De Memoria et Reminiscentia*

Про сон і неспання / Περί ὕπνου καὶ ἰγρηγορήσεως / *De Somno et Vigilia*

Про сновидіння / Περί ἐνυπνίου / *De Insomniis*

Про тлумачення сновидінь / Περί τῆς καθ' ὕπνον μαντικῆς / *De Divinatione per Somnum*

Про довге і коротке життя / Περί μακροβιότητος καὶ βραχυβιότητος / *De Longitudine et Brevitate Vitae*

Про юність і старість, про життя і смерть / Περί νεότητος καὶ γήρωσ καὶ ζωῆς καὶ

θανάτου / *De Juventute et Senectute, De Vita et Morte*

Історія тварин / Περί τὰ ζῶα ἱστορίαι / *Historia Animalium*

Про частини тварин / Περί ζῶων μορίων / *De Partibus Animalium*

Про рухи тварин / Περί ζῶων κινήσεως / *De Motu Animalium*

Про розподіл тварин / Περί ζῶων πορείας / *De Incessu Animalium*

Про виникнення тварин / Περί ζῶων γενέσεως / *De Generatione Animalium*

Про Ксенофана, Зенона, Горгія / Περί Ξενοφάνους, περὶ Ζήνωνος, περὶ Γοργίου / *De*

Melisso

Μεταφίσικα

Μεταφίσικα / Μετὰ τὰ φυσικά / *Metaphysica*

Епікур (грецькою: *Επίκουρος*) (341 до н. е., Самос — 270 до н. е., Афіни) — давньогрецький філософ-матеріаліст. До нас дійшли лише фрагменти праць філософа. Філософський напрямок епікуреїзм досить широко впливав на свідомість мислителів наступних етапів еллінської епохи, зокрема Риму.

В 306 році до н. е. заснував філософську («епікурейську») школу в Афінах, використовуючи головні положення філософії Демокрита (вчителем Епікура був послідовник Демокрита Навсіфан). Водночас Епікур створив зовсім нову атомістичну теорію. Відмінність полягає в тому, що у Демокрита рух атомів здійснюється у порожнечі винятково за законом падіння тіл під власною вагою, у Епікура — поряд з дією закону падіння з'являється ще один чинник — атом виявляє властивість «самочинного відхилення» від «лінії необхідності».



Лукрецій або Тіт Лукрецій Кар (лат. *Titus Lucretius Carus*; бл. 99-95—55 до н. е.) — давньоримський поет і філософ-матеріаліст.

У навчанні про пізнання Лукрецій продовжував лінію філософського матеріалізму, вважаючи світ пізнаваним. Єдино достовірним джерелом знання є, за Лукрецієм, почуття, помилки виникають там, де висновки не основані на почуттях, даних, або при невірному узагальненні розумом цих даних). В основу механізму почуттів, сприйняття Лукрецій кладе теорію «образів» ("ейдола") Демокрита.

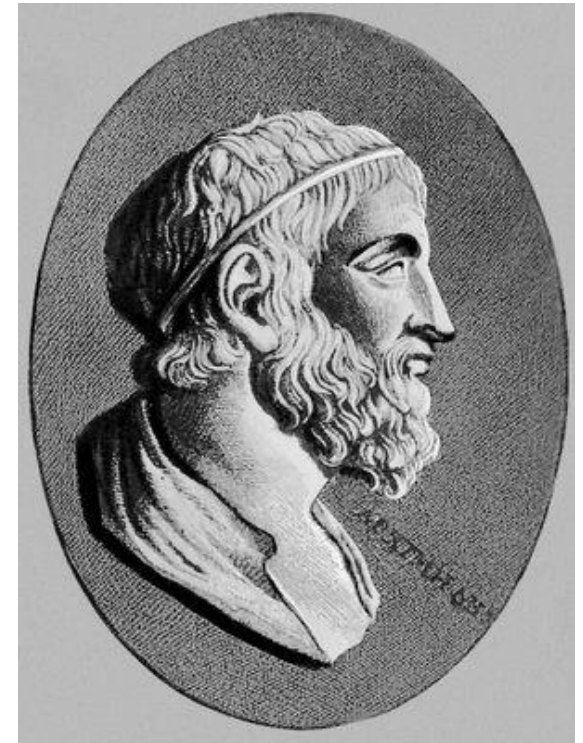
Таким чином, Лукрецій використовував усі основні положення епікурейської школи, внесені нею в атомістичне вчення Демокрита («відхилення», визнання гіпотез для пояснення причин деяких явищ та ін.). У той же час Лукрецій у своєму обґрунтуванні атомістики відрізнявся від Епікура, який обмежувався переважно логічною аргументацією; Лукрецій зробив доступнішими складні філософські ідеї Епікура, він широко застосовував порівняння, аналогії між різними процесами живої і неживої природи, метафори та ін. Ця особливість викладу атомістики в Лукреція зв'язана, очевидно, з його прагненням широко популяризувати атомістичну теорію, його теоретико-пізнавальною концепцією і великою довірою до даних почуттів і повсякденної практики.



Архімед (дав.-гр. Ἀρχιμήδης; близько 287 до н. е., Сіракузи - 212 до н.е., Сіракузи) - давньогрецький математик, фізик, інженер, винахідник та астроном. Хоча дуже мало деталей відомо про його життя, він вважається одним з найвидатніших науковців античності.

Серед досягнень Архімеда у фізиці, — заснування гідростатики, статички та пояснення принципу важеля. Йому приписують винайдення новаторських механізмів, включно з облоговими машинами та гвинтовим насосом, що названий на його честь.

Архімед, як правило, вважається найвидатнішим математиком античності та одним з найвидатніших всіх часів. Він використовував метод вичерпування, щоб розрахувати площу обмежену дугою параболи шляхом розрахунку суми нескінченного ряду і дав надзвичайно точне наближення числа пі. Він також винайшов спіраль, що носить його ім'я, формули для розрахунку об'ємів поверхонь обертання та оригінальну систему для вираження дуже великих чисел.



В основе **теории рычага** лежат следующие постулаты:

1. Равные тяжести на равных длинах уравниваются, на неравных же длинах не уравниваются, но перевешивают тяжести на большей длине.

2. Если при равновесии тяжестей на каких-нибудь длинах к одной из тяжестей будет что-нибудь прибавлено, то они не будут уравниваться, но перевесит та тяжесть, к которой было прибавлено.

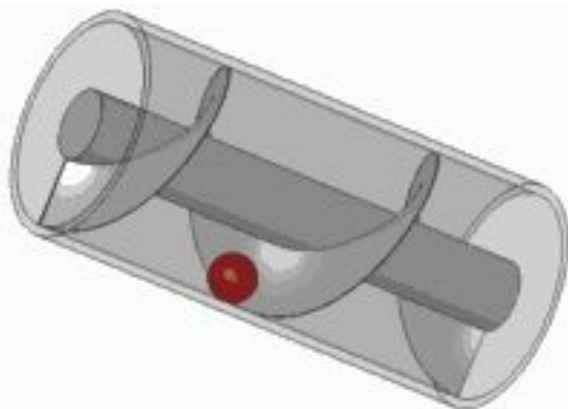
3. Точно так же если от одной из тяжестей будет отнято что-нибудь, то они не будут уравниваться, но перевесит та тяжесть, от которой не было отнято».

Закон Архимеда

«VI. Тела более легкие, чем жидкость, опущенные в эту жидкость насильственно, будут выталкиваться вверх с силой, равной тому весу, на который жидкость, имеющая равный объем с телом, будет тяжелее этого тела».

«VII. Тела более тяжелые, чем жидкость, опущенные в эту жидкость, будут погружаться, пока не дойдут до самого низа, и в жидкости станут легче на величину веса жидкости в объеме, равном объему погруженного тела».

Праці Архімеда з гідромеханіки і статички є зразком застосувань математики до задач з природознавства й техніки. Особливо важливий його твір «*Про плаваючі тіла*», в якому викладено знаменитий закон гідростатики. Архімед відкрив закони важеля, розробив методи визначення складу сплавів та інше. Свої фізико-математичні знання широко використовував для конструювання різних машин і споруд. Він винайшов гвинтовий насос



(архімедів гвинт, який як і раніше використовується сьогодні для перекачки рідин та гранульованих твердих речовин, таких як вугілля і зерно.), розробив систему важелів, блоків і гвинтів для піднімання вантажів, сконструював кілька військових металевих машин.

В особі Архімеда світова наука має унікальний приклад вченого, у якому успішно поєднувалися риси геніального математика, механіка та інженера. Наукові погляди Архімеда мали передовий характер.

Донині збереглися такі праці Архімеда:

- *Квадратура параболу* (*τετραγωνισμὸς παραβολῆς*) — визначається площа сегмента параболу.
- *Про кулю і циліндр* (*περὶ σφαιράς καὶ κυλίνδρου*) — доводиться, що об'єм кулі дорівнює $\frac{2}{3}$ від обсягу описаного навколо неї циліндра, а площа поверхні кулі дорівнює площі бічної поверхні цього циліндра.
- *Про спіралі* (*περὶ ἐλίκων*) — виводяться властивості спіралі Архімеда.
- *Про коноїди і сфероїди* (*περὶ κωνοειδῶν καὶ σφαιροειδῶν*) — визначаються обсяги сегментів параболоїда, гіперболоїда і еліпсоїдів обертання.
- *Про рівновагу плоских фігур* (*περὶ ἰσορροπιῶν*) — виводиться закон рівноваги важеля; доводиться, що центр ваги плоского трикутника розташований в точці перетину його медіан; знаходяться центри інерції паралелограма, трапеції і параболічного сегмента.
- *Послання до Ератосфена про метод* (*πρὸς Ἐρατοσθένην ἔφοδος*) — виявлено в 1906 у, з тематики частково дублює роботу «Про кулю і циліндр», але тут використовується механічний метод доведення математичних теорем.
- *Про плаваючі тіла* (*περὶ τῶν ὀχουμένων*) — виводиться закон плавання тіл; розглядається задача про рівновагу перетину параболоїда, що моделює корабельний корпус.
- *Вимірювання кола* (*κύκλου μέτρησις*) — до нас дійшов тільки уривок з цього твору. Саме в ньому Архімед обчислює наближення для числа π .
- *Псамміт* (*ψαμμίτης*) — вводиться спосіб запису дуже великих чисел.
- *Стомахіон* (*στομάχιον*) — подано опис популярної гри.
- *Задача Архімеда про биків* (*πρόβλημα βοικόν*) — ставиться задача, яка приводиться до рівняння Пелля.

Збереглися тільки в арабському перекладі такі праці Архімеда:

- *Трактат про побудову близько кулі тілесної фігури з чотирнадцятьма основами;*
- *Книга лем;*
- *Книга про побудову кола, розділеного на сім рівних частин;*
- *Книга про дотичні кола.*

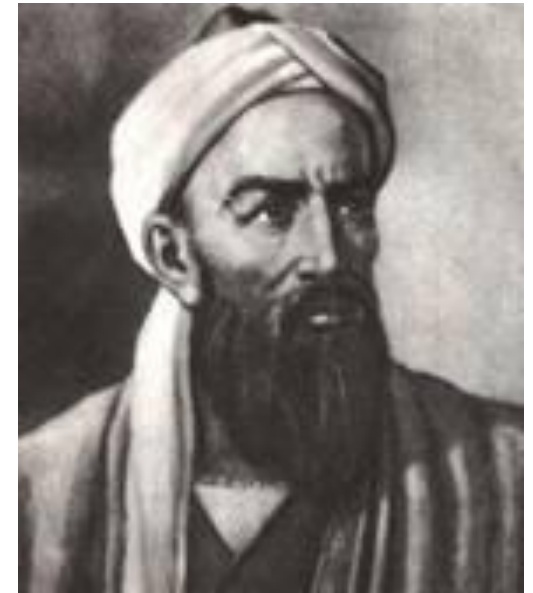
Физика средневековья

История средневековой науки, в том числе и физики, в соответствии с историей общества разбивается на три хронологических отрезка:

1. Период развития науки на Востоке (VII-XI вв.).
2. Период развития европейской феодальной науки (XI–XV вв.).
3. Период возникновения опытного естествознания (конец XV – первая половина XVII в.).

Абу-р-Райхан Мухаммад ібн Ахмад ал-Біруні, частіше просто **Аль Біруні** (4 жовтня 973 - 13 грудня 1048) — хорезмський вчений-енциклопедист.

Твори Біруні є значним внеском у математику, астрономію, фізику, мінералогію, історію та етнографію. Біруні описав календарні системи арабів, персів, греків, євреїв, хорезмійців та інших народів. Автор фундаментальної праці про Індію. Загалом, Аль-Біруні залишив 152 наукових дослідження. З цієї величезної спадщини до нас дійшло лише 30. У низці трактатів Біруні виклав основи математики й астрономії. Вперше на Середньому Сході висловив думку про форму Землі. Обчислив довжину кола Землі. Визначив питому вагу багатьох мінералів.



Абу Алі аль-Хасан Ібн Аль-Хайсам ал-Басра (араб. أبو علي الحسن بن الهيثم, латинізоване *Alhazen* — *Альхазен*, англ. *Abu Ali Hasan Ibn Al-Haytham*; 965, Басра - 1039, Каїр) — арабський вчений-універсал.

В області фізіологічної оптики він дає опис будови ока, слідуючи давньогрецькому вченому Галену, і на дослідній основі доводить неспроможність поглядів Платона і Евкліда про світло як про промені, які випускаються оком і «обмацують» предмети. Ібн ал-Хайсам висунув власну теорію, згідно з якою «природне світло і кольорові промені впливають на око», а «зоровий образ виходить за допомогою променів, що випромінюються видимими тілами і потрапляють в око». Він вважав, що кожній точці спостережуваного предмета можна поставити у відповідність деяку сприймаючу точку ока. Він же дав правильне уявлення бінокулярного зору. Нарешті, він висловив припущення про скінченість швидкості світла.

Серед дослідів, проведених вченим, виділяються дослід з камерою-обскурою, дослід з заломлення світла і експерименти з різними видами дзеркал, що розвивають вчення Діокла.



Роджер Бекон (англ. *Roger Bacon*) (1214 - 11 червня 1294) — англійський філософ, учений, викладач Оксфордського університету, францисканець. У 1266 за пропозицією свого друга, папи Климента IV, він почав свою «Велику працю» (*Opus maius*) — конспект всіх галузей знання.

Бекон цікавився алхімією, біологією, фізикою і магією. У світогляді Бекона було чимало містики, але головна його заслуга в наголошенні на науковому методі досліджень. Він одним із перших наполягав на необхідності дослідного пізнання природи.

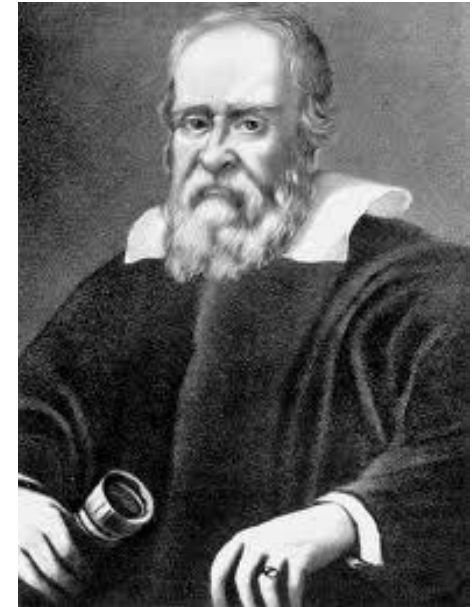
Його заслугами вважають багато відкриттів, включаючи відкриття збільшувальних лінз. У своїх працях він висунув низку цікавих ідей про літальні апарати, підйомні крани, про способи добування багатьох хімічних речовин, у тому числі пороху.

Був прихильником матеріалізму, засуджував схоластичний підхід в науці й сліпе поклоніння авторитетам. Закликав самотійно вивчати природу, захищав метод пізнання, що ґрунтувався на математиці та експерименті. Як мету всіх наук Бекон бачив збільшення влади людини над природою.



Галілео Галілей (італ. *Galileo Galilei*; 15 лютого 1564 - 8 січня 1642) — італійський мислитель епохи Відродження, засновник класичної механіки, фізик, астроном, математик, поет і літературний критик, один із засновників сучасного експериментально-теоретичного природознавства.

Галілео Галілей був основоположником експериментально-математичного методу вивчення природи. Він залишив розгорнутий виклад цього методу і сформулював найважливіші принципи механічного світу. Його дослідження кардинально вплинули на розвиток наукової думки. Саме від нього бере початок фізика як наука. Найважливішим вкладом Галілео Галілея в науку була свідомо й послідовна заміна пасивного спостереження активним експериментом. Результатами цих експериментів стали зроблені ученим наукові відкриття.



Галілею людство зобов'язане двома принципами механіки, що зіграли велику роль у розвитку не тільки механіки, але і усієї фізики. Сформулювавши принцип відносності руху для прямолінійного і рівномірного руху, закон вільного падіння тіл, механіку їхнього руху по похилій площині (1604 — 1609) і тіла, кинутого під кутом до горизонту, ідею про ізохронізм коливання маятника (1583), ідею інерції (1609), Галілей заклав основи механічної системи відліку, а другий принцип, пов'язаний з вільним падінням тіл, привів його до поняття інертної і важкої маси. А. Ейнштейн поширив механічний принцип відносності Галілея на всі фізичні процеси, зокрема на світло, і вивів з нього наслідки про природу простору і часу (при цьому перетворення Галілея замінюються перетвореннями Лоренца). Об'єднання ж другого галілеївського принципу, що Ейнштейн тлумачив як принцип еквівалентності сил інерції та сил тяжіння, із принципом відносності привело його до загальної теорії відносності.

Першим серйозним винаходом Галілея були гідростатичні ваги для швидкого визначення складу металевих сплавів (1586); визначив питому вагу повітря. Винайшов термоскоп, що є прообразом термометра. Створив перший телескоп. Висунув ідею застосування маятника в годиннику. Проводив фізичні дослідження присвячені також гідростатиці, міцності матеріалів.

Френсіс Бекон (англ. *Francis Bacon*) (22 січня 1561, Лондон - 9 квітня 1626) — англійський політик, філософ і есеїст. Один із творців емпіризму — філософського напрямку, який твердить, що головне — власний досвід.

Бекон розробив новий, антисхоластичний метод наукового пізнання. Догматичній дедукції схоластів він протиставив індуктивний метод, що ґрунтується на раціональному аналізі дослідних даних. Матеріалізм Бекона — непослідовний. Визнаючи об'єктивність і пізнаванність матеріального світу, активність матерії та її рух, вірячи у силу розуму і науки, Бекон робив поступки теології і додержувався вчення про так звану двоїсту істину.

Френсіс Бекон визначив зміст і смисл наукового методу пізнання, виділивши в ньому значення експерименту і вказав на індукцію як головний шлях до гіпотези.

Він визначив мету науки як спосіб принести користь людству. Більшість законів природи, які здаються універсальними, як з'ясувалося, справедливі лише за певних умов, поки немає причин підозрювати обмеженість або недостатність самого наукового підходу до вивчення природи. Френсіс Бекон стверджував, що «істина — донька часу, а не авторитету».

Бекону вдалося точно визначити не стільки мету Знання, скільки його роль в майбутньому світі технологій.



Рене Декарт (фр. *René Descartes*, лат. *Renatus Cartesius* — **Картезій**; 31 березня 1596, Ла-Е-ан-Турен (фр. *La Haye en Touraine*) [зараз місто Декарт], департамент Ендр і Луара, Франція — 11 лютого 1650, Стокгольм) — французький філософ, фізик, фізіолог, математик, основоположник аналітичної геометрії.

У фізиці Декарт сформулював закон збереження кількості руху, запровадив поняття імпульсу сили. Декарт автор методу радикального сумніву в філософії, механіцизму у фізиці, передтеча рефлексології. У він математиці запровадив Декартову систему координат, дав поняття змінної величини і функції, ввів багато алгебраїчних позначень. Декарт прославив своє ім'я великою кількістю трактатів з математики та філософії. Основні з них: «Геометрія» (1637), «Міркування про метод...» (1637), «Засади філософії» (1644). Крім того він заклав основи аналітичної геометрії, дав поняття змінної величини і функції, ввів багато алгебраїчних визначень, висловив закон збереження руху, дав поняття імпульсу сили. Автор теорії, яка пояснює утворення небесних тіл вихоровим рухом частинок матерії (вихори Декарта). Ввів поняття рефлексу (дуга Декарта).



Фізичні дослідження відносяться головним чином до механіки, оптики і будови Всесвіту.

Декарт ввів поняття «сили» (міри) руху (кількості руху), маючи на увазі під ним добуток «величини» тіла (маси) на абсолютне значення його швидкості, сформулював закон збереження руху (кількості руху), проте тлумачив його неправильно, не враховуючи, що кількість руху є векторною величиною (1664).

Досліджував закони удару, вперше чітко сформулював закон інерції (1644).

Висловив припущення, що атмосферний тиск із збільшенням висоти зменшується.

У 1637 вийшла у світ «Діоптрики», де містилися закони поширення світла, відбивання та заломлення, ідея ефіру як переносника світла, пояснення райдуги.

Декарт першим математично вивів закон заломлення світла (незалежно від В. Снеліуса) на межі двох різних середовищ. Точне формулювання цього закону дозволило вдосконалити оптичні прилади, які тоді стали відігравати величезну роль в астрономії та навігації (а незабаром і в мікроскопії).

Декарт був основоположником раціоналізму, установки, за якою наші знання складаються в основному або винятково з апіорного знання, ідей, які у нас уже є. Він поставив розум на перше місце, а роль досвіду звів до простої перевірки умовиводів інтелекту. Декарт вважав, що розум спроможний пізнати світ, проте, потребує правильного застосування, тобто методу.

Він поставив собі мету наново обґрунтувати знання з огляду на нові досягнення в природничих науках тієї епохи, які він порівнює із частинами дерева: коріння - метафізика, фізика - стовбур, механіка, медицина та мораль - різні гілки. Останні з перелічених наук потрібні людині для опанування природи. Декарт сподівався припинити суперечки духовної еліти, якій він ставив у провину війни того часу.

Його метод базується на індукції та дедукції:

- Вважати істиною тільки те, що не викликає жодного сумніву.
- Розкладати кожен складну проблему або завдання на простіші.
- Методично переходити від відомого і дослідженого до невідомого й недослідженого (від простого евідентного знання до складнішого).
- Не робити жодних пропусків у логічних ланках дослідження.

ПЕРШІ УСПІХИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЇ ФІЗИКИ

Еванджеліста Торрічеллі (італ. *Evangelista Torricelli*, 1608–1647) — італійський фізик і математик. Народився 15 жовтня 1608 року у Фаенці. Помер Торрічеллі у Флоренції 25 вересня 1647 року.

У 1644 розвинув теорію атмосферного тиску, довів можливість отримання так званої «торрічеллієвої порожнечі» і винайшов ртутний барометр. У основній праці з механіки «*Про рух вільно падаючих і кинутих важких тіл*» (1641) розвивав ідеї Галілея про рух, сформулював принцип руху центрів тяжіння, заклав основи гідравліки, вивів формулу для швидкості витікання ідеальної рідини з посудини.

Торрічеллі належать також роботи з математики (зокрема, розвинув метод неподільних) і балістики, удосконалення оптичних приладів, шліфуванню лінз. У математиці удосконалив і широко застосував метод неподільних при розв'язанні задач на дотичні. Використовував кінематичні уявлення, зокрема принцип додавання рухів. Узагальнив правило квадратури параболі на випадок довільного раціонального показника. Самостійно, хоч і дещо пізніше від Ж. Роберваля, визначив квадратуру циклоїди. Услід за Рене Декартом знайшов довжину дуги логарифмічної спіралі.



Окрім виготовлення зорових труб і телескопів, Торрічеллі займався конструюванням простих мікроскопів, що складаються всього з однієї крихтної лінзи, яку він отримував з краплі скла (розплавляючи над полум'ям свічки скляну паличку). Саме такі мікроскопи набули потім широкого поширення.

Дослід Торрічеллі



Запаяну з одного кінця скляну трубку завдовжки 1 м учений ущертъ заповнив ртуттю і незапаяним кінцем занурив у посудину з цією самою речовиною. Ртуть почала вилитися із трубки в посудину, але не вся, зупинилася на позначці 760 мм від поверхні ртуті в посудині. Торрічеллі повторив дослід, розташувавши трубку не вертикально, а похило. І знову відстань від поверхні ртуті у посудині до її краю у трубці становила 760 мм. Одержаний результат він пояснив тим, що стовпчик ртуті у трубці і повітря над відкритою поверхнею ртуті тиснуть на неї однаково. Цей тиск дістав назву нормального атмосферного тиску.

Блез Паска́ль (фр. *Blaise Pascal*, 19 червня 1623, Клермон-Ферран - 19 серпня 1662, Париж) - французький філософ, письменник, фізик, математик.

Один із засновників математичного аналізу, теорії імовірності та проективної геометрії, творець перших зразків лічильної техніки, автор основного закону гідростатики. Відомий також відкриттям формули біноміальних коефіцієнтів, винаходом гідравлічного пресу 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.



Відкриття та винаходи:

1. Паскаліна.
2. Гідравлічний прес.
3. Трикутник Паскаля.

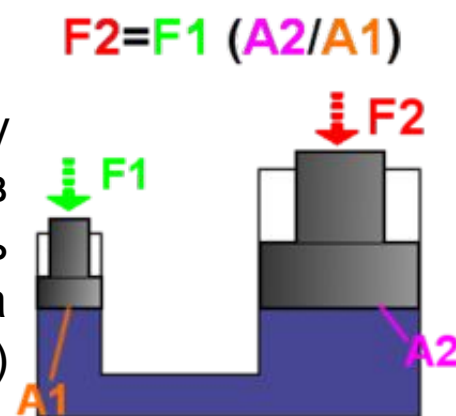
Машина Паскаля являла собою механічний пристрій у вигляді шухлядки з численними, пов'язаними один з одним зубчастою передачею, шестернями. Числа вводилися в машину за допомогою відповідного повороту набірних коліщат. На кожне з цих коліщат, що відповідали одному десятковому розряду числа, були нанесені поділки від 0 до 9. При введенні числа, коліщатка прокручувалися до відповідної цифри. Зробивши повний оберт надлишок над цифрою 9 коліщатко переносило на сусідній розряд, зсуваючи сусіднє коліщатко на 1 позицію. Перші варіанти «Паскаліни» мали п'ять зубчастих коліс, пізніше їх кількість збільшилася до шести або навіть восьми, що дозволяло працювати з великими числами, аж до 9999999.

Відповідь з'являлася у верхній частині металевого корпусу. Обертання коліщат було можливе лише в одному напрямку, виключаючи можливість безпосереднього оперування від'ємними числами. Тим не менше, машина Паскаля дозволяла виконувати не лише додавання, а й інші операції, але вимагала при цьому застосування досить незручної процедури повторення складання. Віднімання виконувалось за допомогою доповнень до дев'ятки, які для допомоги користувачу з'являлися у віконці, розміщеному над виставленим оригінальним з



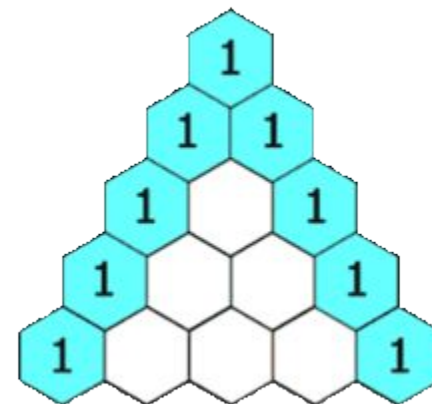
Закон Паскаля — тиск на рідину в стані теплової рівноваги передається в усіх напрямках однаково.

Закон Паскаля дозволяє пояснити дію гідравлічної машини (від грец. *ὕδωρ* — вода і *αυλός* — трубка). Це машини, дія яких заснована на законах руху і рівноваги рідин. Основною частиною гідравлічної машини служать два циліндри різного діаметру, забезпечені поршнями і сполучені трубкою. Простір під поршнями і трубку заповнюють рідиною (зазвичай мастилом). Висоти стовпів рідини в обох циліндрах однакові, поки на поршні не діють сили. Допустимо тепер, що F_1 і F_2 — сили, що діють на поршні, S_1 і S_2 — площі поршнів. Тиск під першим (малим) поршнем рівний F_1/S_1 , а під другим (великим) F_2/S_2 . За законом Паскаля тиск рідини, що в усіх точках рідини у стані спокою, однаковий, тобто $F_1/S_1 = F_2/S_2$, звідки $F_2/F_1 = S_2/S_1$. Отже, сила F_2 в стільки раз більше сили F_1 , в скільки разів площа великого поршня більше площі малого. Наприклад, якщо площа великого поршня 500 см^2 , а малого 5 см^2 і на малий поршень діє сила 100 Н , то на більший поршень діятиме сила, в 100 разів більша, тобто $10\,000 \text{ Н}$.



Трикутник Паскаля — це геометрично, на зразок трикутника, розміщені біноміальні коефіцієнти. Це математичне поняття названо на честь Блеза Паскаля. Таку назву вживають переважно в західному світі, адже математики Індії, Персії, Китаю та Італії знали цей трикутник ще за кілька століть перед Паскалем.

Ряди трикутника Паскаля умовно пронумеровані згори, починаючи з нульового, й числа в нижньому ряді відносно чисел у попередньому ряді завжди розміщені ступінчасто й навскіс. Побудувати цей трикутник просто. Кожне число в кожному ряді одержуємо, додавши два числа, розміщені вгорі (зліва і справа). Якщо зліва або справа немає числа, підставляємо нуль на його місце. Наприклад, перше число в першому ряді $0 + 1 = 1$, тоді як числа 1 і 3 в третьому ряді утворюють число 4 в четвертому ряді: $1 + 3 = 4$.



Правило Паскаля стверджує: якщо
$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

k -й біноміальний коефіцієнт в біноміальному ряді для $(x + y)^n$, тоді

$$\binom{n}{k} = \binom{n-1}{k-1} + \binom{n-1}{k}$$

для будь-якого додатного цілого n і будь-якого цілого k між 0 і n .

Роберт Бойль (25 січня 1627 - 30 грудня 1691) — англійський хімік, фізик і філософ, один із засновників Лондонського королівського товариства.

Роберт Бойль поклав початок новому напрямку в хімії, в основі якого була вимога вивчення складу речовин експериментальним методом. Уперше запровадив наукове поняття про хімічний елемент. Бойль — один із засновників якісного хімічного аналізу. У галузі фізики Бойль відкрив закон про залежність об'єму газу від тиску (закон Бойля-Маріотта, 1662 р.), довів неможливість життя й горіння в пустоті, досліджував теплові, електричні й акустичні явища. Будучи в галузі фізики й хімії в основному матеріалістом, у філософії Бойль намагався примирити науку з релігією.



Закон Бойля — Маріотта — закон ідеальних газів, згідно з яким добуток тиску на об'єм незмінної маси такого газу при сталій температурі є величина стала:

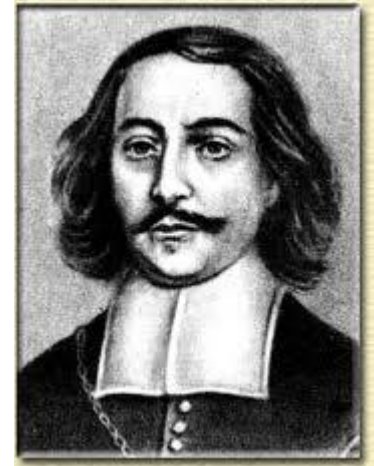
$$pV = \text{const}$$

Отто фон Г'еріке (нем. *Otto von Guericke*, 1602, Магдебург — 1686, Гамбург) — німецький фізик, інженер і філософ.

В 1650 році винайшов вакуумну відкачку і застосував свій винахід для вивчення властивостей вакууму і ролі повітря в процесі горіння і для дихання людини. В 1654 році провів відомий експеримент с Магдебургськими півкулями, який доказав наявність тиску повітря; встановив пружність і вагомість повітря, здатність підтримувати горіння, проводить звук.

В 1657 році изобрел водяной барометр, с помощью которого в 1660 году предсказал надвигающуюся бурю за 2 часа до ее появления, таким образом, войдя в историю как один из первых метеорологов.

В 1663 винайшов один з перших електростатичних генераторів, які виробляли електрику тертям — куля із сірки, яка натирається руками. В 1672 році виявив, що заряджена куля потріскує і світиться в темноті (першим спостерігав електролюмінесценцію). Крім того, ним було виявлена властивість електричного відштовхування однополярно заряджених предметів.



Християн Гюйгенс (нід. *Christiaan Huygens*; 14 квітня 1629 — 8 липня 1695) — нідерландський фізик, механік, математик і астроном, винахідник маятникового годинника з анкерним обмежувачем, автор хвильової теорії світла, праць з оптики і теорії імовірності, відкривач кільця Сатурна і його супутника.

Досягнення

- Відкриття теоретичним шляхом сплюснутості Землі біля полюсів, і також пояснення впливу відцентрової сили на напрям сили тяжіння й довжину секундного маятника на різних широтах.
- Рішення питання про зіткнення пружних тіл, одночасно з Валлісом і Реном.
- Один із розв'язків питання про рівноважну форму важкого однорідного ланцюга: (ланцюгова лінія).
- Винахід годинникової спіралі, що замінює маятник, вкрай важливий для навігації; перший годинник зі спіраллю був сконструйований у Парижі годинниковим майстром Тюре в 1674.
- У 1675 р. запатентував кишенькові годинник.
- Перший закликав вибрати всесвітню природну міру довжини, для якої запропонував $1/3$ довжини маятника з періодом коливань 1 секунда (це приблизно 8 см).

