***Інтерактивні методи на уроках фізики***

***Вчитель фізики Шевчук В.С.***

***2012 рік***

**ЗМІСТ**

1.Інтерактивні методики навчання 3

2.Робота в малих групах 4

3.Складанка 8

4.Складання порівняльних таблиць 23

5.Використання методики взаємонавчання в малих

групах при узагальненні знань та в процесі підготовки

до державної підсумкової атестації …………………… 25

**ІНТЕРАКТИВНІ**

**МЕТОДИКИ**

**НАВЧАННЯ**

... *застосування принципу активності в навчанні особливо*

*потрібне в українській школі, бо якраз нам треба перебороти*

*ту пасивність, що віками вироблялась у нашого народу,*

*і розвинути ініціативу та творчі здібності нашої молоді.*

Г. Ващенко

Школа не може не зазнавати змін, які диктує XXI століття. Вона мусить готувати молодих творчих менеджерів, лідерів, здатних оці­нити минуле і творити краще майбутнє. А для цього недостатньо орі­єнтуватись на передачу і засвоєння досвіду, накопиченого людством. Важливішим стає вміння в лавиноподібному потоці інформації від­найти потрібну, вміти з нею працювати, а не просто накопичувати суму енциклопедичних знань.

Найважливішим завданням школи є навчити дитину мислити. Адже більшість проблем, що виникають у науці, техніці, культурі, мають відкритий характер і тому не мають однозначного і простого ви­рішення. Тим більше не мають такого вирішення проблеми, що вини­кають у реальному житті, до якого і мала б готувати дитину школа.

Якщо ми хочемо, щоб на наших уроках було цікаво, учні не нудь­гували і відчували, що не гають часу даремно, даваймо їм можливість приймати рішення, критикувати, висловлювати свої думки, робити вибір. Існує ціла гама технік, які дають таку можливість.

Реальний світ вимагає співпраці, колективного розв'язання про­блем. Навчити, як давати собі раду, як ефективно діяти в групі, є жит­тєво необхідним. Досвід показує, що навчання окремої особи підси­люється співпрацею. Ділитись ідеями, зрозуміло пояснювати одне одному свої погляди, вміти знайти компроміси і зробити висновки — це вже освіта.

В інтерактивних методиках акцент переноситься з програми на­вчання на особу учня, розвиток його компетенцій. Учні є активними здобувачами знань шляхом власних пошуків, експериментів та поми­лок. Роль вчителя при цьому — допомогти, порадити, створити пере­думови для активного експериментування і пошуків.

Інтерактивні методи навчання можуть бути пов'язані з роботою учнів у групах (парах). Це полегшує процес навчання, урізноманітнює його, робить приємнішим, оживляє атмосферу в класі, часто дає неспо­дівані ефекти в роботі зі слабшими учнями. Учні, які здобувають знан­ня і вміння активно, є більш самостійними, критичними, легше фор­мулюють і висловлюють свою думку, охоче і відвертіше беруть участь у виступах. Майже всі інтерактивні методики вимагають від учителя додаткової підготовки, ретельно продуманого кожного етапу. Але мож­на впевнено сказати, що затрачені зусилля виправдовуються.

**Навіщо ми хочемо активізувати учнів? Бо хочемо навчати:**

* цікаво;
* швидко;
* практично;
* сучасно;
* ефективно;
* давати міцні знання.

Матеріали книги стосуються перш за все апробованих педагогіч­них технологій, які хтось сприйме, а хтось для себе відкине, але:

* це не є ґрунтовна, вичерпна праця, присвячена інтерактивним ме­тодикам;
* це не є інструкція для оволодіння інтерактивними методиками, бо навряд чи хтось вірить у можливість навчитись навчати з під­ручника;
* це не вирок: та методика або техніка є добра, а ця — ні. У дидак­тиці давно ніхто вже не робить висновків про перевагу одних спо­собів над іншими. Зрештою, як і в більшості сфер нашого життя, безпека — в різноманітті методик!

Кожен вчитель, готуючись до уроку, відповідає на запитання: Хто? Що?

• Де? Коли?

• 3 якою метою? (Про це ніколи не слід забувати.)
Ми спробуємо також відповісти на запитання «як?».

**Що означає «активна людина»?**

Людина є активною не просто тоді, коли рухається чи багато роз­мовляє, а тоді, коли її видима активність поєднується з інтенсивною роботою думки, коли в неї з'являються відчуття і емоції — *принцип зовнішньої і внутрішньої активності.*

Людина є активною тоді, коли виконує щось насправді, а не про­сто робить вигляд, коли її доробок врахований і оцінений оточуючи­ми, особливо тими, хто для неї є авторитетом,— *принцип справж­ньої, а не штучної, позірної активності.*

Людина є активною тоді, коли її активність є різноплановою: вона рухлива і допитлива, вміє користуватись різноманітними прилада­ми, інструментами, сама винаходить і створює щось нове для себе — *принцип різносторонньої активності.*

Людина є справді активною тоді, коли, як зовнішня, так і вну­трішня активність, приносить їй реальну користь, коли вона шукає і знаходить допомогу, налагоджує контакти, використовує все цін­не, що є в інших людях і навколишньому середовищі,— *принцип ак­тивності, що дає реальні плоди.*

**Коли людина може бути повністю активна?**

* Коли вона почувається в безпеці;
* коли розуміє, навіщо потрібно те, що вона робить;
* коли бачить зв'язок між затраченими зусиллями та отриманим результатом.

**РОБОТА В МАЛИХ ГРУПАХ**

**1. Вступ**

Урок, на якому використовуються групові форми роботи, відріз­няється від традиційного. По-перше, всі учні беруть у ньому активну участь. По-друге, вони не тільки висловлюють свої думки, але й спіл­куються, прислухаються до чужих ідей та міркувань. Це дуже цінні навички для молоді та людей будь-якого віку в демократичному сус­пільстві. Роботу в малих групах можна з успіхом застосовувати при вивченні нового матеріалу, при повторенні, розв'язуванні задач.

**2. Опис**

Перед впровадженням роботи в групах вчитель повинен спла­нувати:

а) **Час.** Найкраща модель — розпочати з пояснення завдання всьо­му класу, потім — робота в групах і підбиття підсумків.

б) **Місце.** Готуючи клас до заняття, слід взяти до уваги наступне:

* що будуть робити групи;
* члени групи повинні бачити й чути одне одного;
* члени групи будуть користуватися матеріалами;
* допоміжні навчальні матеріали повинні бути доступні.

в) **Письмові** інструкції. Інструкції:

* повинні бути написані зрозумілою для коленого учня мовою;
* можуть бути написані на дошці, великому аркуші паперу, роз­дані на картках кожній групі або кожному учневі;
* повинні чітко вказувати, яким має бути результат роботи групи;
* повинні бути протестовані (зроби сам або попроси зробити це іншого вчителя).

**г) Вміння працювати в** групі. Чим складніше завдання, **тим** біль­ший обсяг роботи мають виконувати учні разом. Цілком мож­ливо, що вчителеві необхідно присвятити багато часу для озна­йомлення учнів з правилами роботи в групі. Навчання **правил** роботи в групі є надзвичайно важливим моментом.

**Правила роботи в групі**

1. Бери активну участь у роботі групи.
2. Слухай своїх колег.
3. Зроби свій внесок у результат роботи групи.
4. Проси про допомогу, якщо її потребуєш.
5. Допомагай іншим.

**Поділ на групи**

1. Для короткотривалих завдань оптимальними є групи, що склада­ються з 4-5 осіб.
2. Групи повинні бути неоднорідними за статевою ознакою, за інте­лектуальними показниками. Лідери класу не мусять бути керів­никами груп. Робота в групах — це не система ані для винагоро­дження кращих учнів, ані для «підтягування» слабших. Це ме­тод, який дозволяє всім учням діяти інтерактивно.

**Інструкція для вчителя**

1. Перед початком уроку підготуй матеріали, розстав столи.
2. Коротко поясни завдання.
3. Поділи учнів на групи.
4. Визнач завдання, роздаючи матеріали або записуючи інструкцію на дошці.
5. Виділи групам час для ознайомлення із завданням.
6. Переконайся, що всі зрозуміли інструкцію.
7. Визнач час для виконання завдання.
8. Попроси представників груп оголосити результати роботи.
9. Проведи обговорення вправи з усім класом.

**Поради вчителеві**

1. Можеш допомагати учням, коли вони працюють у групах. Попро­си учнів, щоб вони розповідали про те, що вже виконали. Нама­гайся підказувати дітям нові ідеї.

1. Контролюй роботу груп, але не керуй ними. Дозволь, щоб вони працювали самі, навіть, якщо допускають помилки.
2. Заохочуй учнів проводити аналіз, чому даний метод є гарним або поганим, робити висновки, спостерігаючи за власною роботою і роботою інших.

4. Проси учнів, щоб вони міркували вголос, слухали інших, робили, висновки з отриманої інформації.

1. Коли учні працюють у групах, ти € спостерігачем. Зверни увагу на дітей, які володіють необхідними навичками для виконання конкретного завдання.
2. Роби коментарі в процесі роботи учнів. Оцінюй їх досягнення. Не бій­ся надто частих, конкретних і щирих коментарів. Ти повинен це ро­бити як під час роботи в групах, так і при підбитті підсумків.

**Позитивні наслідки роботи в групах**

1. Ціле — це більше, ніж сума частин, ніхто не знає всього.
2. Учень сам визначає особистий внесок у роботу групи і тому охочена ній концентрується.
3. Руйнується стереотипне відношення вчитель — учень.
4. Позитивна, невимушена атмосфера запобігає виникненню стре­сів вчителя та учнів.
5. Учні набувають впевненості в своїх силах, зміцнюють віру в себе.
6. Співпраця заохочує учнів до доброзичливості.

**3. Приклади застосування роботи в малих групах**

**Фрагмент уроку «Невагомість» (7 клас)**

*З часом, коли стане відомо про ту насолоду, якої зазнає*

*людина в стані невагомості, величезна кількість*

*людей буде прагнути пережити це відчуття.*

В. Юнг

Структура фрагменту уроку

1. Постановка мети.
2. Вступ. Що таке вага? (Експеримент)
3. Чи можна зазнати невагомості на Землі? (Звернення до життєво­го досвіду)

4. Переваги, яких зазнають люди в стані невагомості. (Звернення до літературних джерел)

1. Як усунути незручності, пов'язані зі станом невагомості. (Робота в групах, метод «мозкового штурму»)
2. Представлення результатів, обговорення роботи в групах.

1. Постановка мети

Які можна знайти переваги у стані невагомості для людини і які незручності він спричиняє? Спробуємо винайти способи, за допомо­гою яких можна уникнути цих незручностей.

2. Вступ

Невагомість — це втрата ваги. Що ж таке вага тіла?

*Експеримент 1.* Тіло підвішене на нитці. Нитка розтягнута. Сила, з якою тягарець розтягує нитку,— його вага. Вага тіла прикладена до нитки. Обріжемо нитку. Під час падіння тіло не розтягує нитки, вага тіла дорівнює нулю.

*Експеримент 2.* Тіло лежить на опорі. Опора прогнулась. Вага тіла прикладена до опори. Змусимо тіло падати разом з опорою. Тіло не тисне на неї, його вага дорівнює нулю.

*Експеримент 3.* Всі ви маєте вагу. (Звернення до конкретної дитини)

— До чого прикладена твоя вага? Вона діє на стілець. А на підло­гу? Частково.

Давайте спробуємо переносити свою вагу:

* Вся вага прикладена до стільця.
* Вага прикладена частково до стільця, частково до підлоги:
* ...до стільця, до підлоги, до столу;
. ...тільки до стільця і столу.
* Вся вага прикладена до підлоги.

Ви відчули свою вагу і спробували ЇЇ переносити. Але чи доводи­лось вам ЇЇ втрачати?

3. Звернення до життєвого досвіду

Невагомість -— стан тіла, коли воно втрачає свою вагу, тобто не тис­не на опору, не розтягує підвіс. Чи перебував хтось із вас у стані не­вагомості?

Допомогти знайти відповідь на запитання.

Хто швидко їхав по опуклому мості і його «підкидало» на си­дінні?

* Хто на горбах підскакував на санчатах і покрикував від задово­лення?
* Хто стрибав у висоту? У довжину? Просто підстрибував, зазнаю­
чи відчуття вільного польоту?
* Хто потрапляв у повітряні ями, перебуваючи у літаку?
* Хто занурювався у воду?
* Хто стрибав з висоти?
* Хто перебував у космічному кораблі?

• Хто у сні зазнавав відчуття віртуальної невагомості?

Отже, стану часткової невагомості зазнавали всі.

Невагомість — дуже приємне відчуття (цитата Юнга). Напев­не, першим хотів зазнати його міфічний Ікар, який зробив собі кри­ла (репродукція «Ікар» роботи палехівських майстрів). Сучасні Ікари *—* наші космонавти — довгий час перебувають у стані невагомос­ті. Погляньте на ці світлини з космосу. Чи не видається вам, що вони почувають себе дуже комфортно в стані невагомості? (Роздати світ­лини.) Спробуйте уявити себе на місці космонавтів. Вам легко, при­ємно, ви невагомі.

**4. Звернення** до **літературних** джерел

Переваги у стані невагомості для людини дуже яскраво описані К. Е. Ціолковським у фантастичному оповіданні «Поза Землею».

* Легко і зручно проводити найрізноманітніші роботи. Всі частини споруди однаково доступні. Не потрібно ніяких драбин, кранів, блоків, домкратів.
* Сила потрібна, але вона може бути дуже мала; необхідно лише більше часу.

. Нема обвалів, падінь, руйнування. Де б ви не були, ви нікуди не можете впасти і розбитись.

* Жодний предмет також не може відірватись і навалитись на вас.
* Не може рухатись лавина, не обвалюються гори, люди не падають в провалля, не тонуть у колодязях, не занурюються на дно мор­ські кораблі, не падають з вершини башти, не обвалюються ніякі споруди, якими б старими і нестійкими вони не були.

5. Робота в групах

Але невагомість приносить і певні незручності. Уявіть собі, що ви приєднались до екіпажів на борту космічних кораблів, світлини яких перед вами. І, звісно, там панує стан невагомості. Ви прокинулись вранці і хочете вмитись невагомою водою, потім поснідати неваго­мою їдою, випити невагомий чай.

Спробуйте: . переміщатись по кабіні і користуватись невагомими речами;

* вмитись;
* поїсти;
* випити чай;
* переміститись по кабіні (звернути увагу на фото);
* зберігати речі в порядку (звернути увагу на фото).

Кожна група отримує завдання: запропонувати спосіб, як вмива­тись, пити, їсти, пересуватись, зберігати речі в стані невагомості. За­вдання складені на основі фрагментів, взятих з науково-фантастич­них творів. «Ключові слова» пропущені.

6. Обговорення роботи в групах

Представники груп представляють варіанти вирішення проблеми в групі. Вивішуються плакати кожної групи. Вчитель підбиває під­сумок, зачитує «ключові слова».

Інструкція для груп:

1. Кожен з вас отримує фрагмент з науково-фантастичного оповідання, автор якого описує явище невагомості. У назві цього фрагменту сфор­мульовано запитання, на яке повинна відповісти ваша група.

1. Виберіть секретаря, який буде вести записи.
2. Прочитайте уважно фрагмент і запропонуйте фразу, яка пропу­щена,— це буде відповідь на поставлене запитання.
3. Спробуйте запропонувати декілька варіантів відповідей на постав­лене запитання.
4. Час виконання завдання — 5 хв.
5. Працюючи в групі, використовуйте правила «мозкового штурму»:
* Пропонуй, спираючись на ідеї інших людей.
* Утримуйся критики.
* Мета — кількість.
* Дозволь «нуртувати» уяві.

Завдання для груп

У матеріалах, які роздаються дітям, виділені слова пропускають­ся. Кожна група працює над іншим завданням.

***1. Як вмиватись*** *у стані невагомості?*

Спочатку відсутність тяжіння створювало безліч незручностей. Вмиватися можна було тільки з допомогою *губки.* Вода, залишена в нещільно закритій посудині, виливалася через край, розтікалась навкруги. її краплини збирались у райдужні кульки, які плавно ру­хались у повітрі, неначе мильні бульбашки. Зустріч з ними не віщу­вала нічого хорошого: вода миттєво вбиралася одягом.

Г. Бовін «Діти Землі»

*2. Як пити* ***в*** *стані невагомості?*

Олена Миколаївна принесла *пульверизатор* — вода в цьому сві­ті без тяжіння не виливалась сама з пляшки, її доводилось виштов­хувати звідти з допомогою резинової груші.

Ю. Сафронов, С. Сафронов «Онуки наших онуків»

3. *Як їсти в стані невагомості?*

їжу варили з постійним ризиком обпектись, бо це відбувалося ***в герметично закритій посудині.*** Особливо важко було їсти: про тарілки довелося забути. Рідку їду *висмоктували з широкогорлих* ***пляшок через гумові соски.* Тверду** їжу ***прикривали особливими сі­точками,*** щоб вона не розліталася в усі сторони при першому ж не­обережному русі.

Г. Бовін «Діти Землі»

***4.*** *Як зберігати стійку рівновагу в стані невагомості?*

Головна незручність полягала в тому, що потрібно було постій­но *пришпилятись ремняліи* до сидіння. Варто було забути це зроби­ти, і необережна людина плавно піднімалась угору і безпомічно бор­салася у повітрі до тих пір, поки її не прибивало до стіни або до сте­лі. Така ж доля спіткала *незакріплені* предмети.

Г. Бовін «Діти Землі»

5. ***Як рухатись?***

До підошви наших черевиків були *пригвинчені невеликі мета­леві пластини.* Вони *притягувались до електромагнітів, розта­шованих під підлогою.* Завдяки цьому ми могли нормально пересу­ватись по кабіні.

Г. Бовін «Діти Землі»

*6. Як зберігати речі в стані невагомості?*

Кімната була як сажалка з рибою; не можна було повернутись, щоб не зачепити чогось: столи, стільці, крісла, дзеркала, які стоя­ли в повітрі, хто як хотів, робили статечні еволюції в досить нема-льовничому безладді, але немовби задумавшись. Книжки розкри­лися, розпушились і, повертаючись, немов говорили: «Читайте нас з усіх боків...»

К. Б. Ціолковський «Мрії про Землю і небо»

**СКЛАДАНКА**

**1. Вступ**

Використання складанки — звичайної або експертної — залучає до роботи всіх учнів. Кожен учень здобуває знання шляхом індиві­дуальних досліджень і завдяки співпраці, діалогові з іншими учас­никами. Учні виступають в подвійній ролі: вони вивчають інформа­цію і діляться нею (виступають у ролі експерта). Складанка дозволяє задіяти учнів слабших, а також тих, хто має комунікативні пробле­ми в групі.

Методика привчає дітей до відповідальності за результат праці в групі. Складанку можна використовувати на уроках майже всіх предметів. Вона є доцільною на уроках вивчення нового матеріалу, а також ефективна при організації повторення. На останніх вчитель має можливість переконатись, як засвоєна інформація і чи виробле­ні вміння, стосовно чого учні відчувають найбільші труднощі, а та­кож з'ясувати, які важливі деталі варто повторити.

Схема організації складанки звичайної 

**2. Опис**

**Складанка звичайна**

Учитель виділяє в даній проблемі декілька аспектів. Кількість осіб у групі має збігатися з кількістю запропонованих аспектів проблеми (див. схему, згідно з якою 5 учнів розглядає 5 аспектів) — кожен>учень аналізує чи опрацьовує один з них. Через певний час учасники гру­пи діляться здобутими знаннями, взаємонавчаються. На останньому етапі перевіряється, наскільки учні опанували матеріал.

**Складанка експертна**

*Варіант 1*

Учитель пропонує учням тему і пов'язані з нею завдання. Клас ді­литься на групи (так звані материнські групи). Після короткої диску­сії на дану тему групи висувають своїх представників до так званих об'єднань експертів. Після аналізу та опрацювання завдання експер­ти повертаються до груп материнських. Відбувається взаємонавчання (учні діляться результатами праці в експертних групах).

Схема організації складанки експертної

Групи материнські Групи експертні



На останньому етапі експерти, які працювали над певним аспек­том проблеми, повертаються до материнських груп.



*Варіант 2*

Робота розпочинається відразу в експертних групах (над завдан­нями, що є окремими аспектами поставленої проблеми). Потім утво­рюються змішані групи, до складу яких входять експерти, що пра­цювали раніше над різними завданнями.

**Зауваження**

Застосування складанки вимагає від учителя чіткого плануван­ня. У випадку використання експертної складанки кількість учнів у материнській групі повинна збігатися з кількістю поставлених за­вдань (в ідеальному випадку, якщо даємо учням 5 завдань, то в кож­ній групі має бути 5 або 10 учнів. Вчитель мусить враховувати кіль­кість учнів у класі, старанно дібрати матеріал (кількість, рівень складності) і подбати про ефективне використання часу. Складанка вимагає від учителя організаційного таланту; вона, як правило, не­обхідна для реалізації спарених уроків. Дуже уважно потрібно по­ставитись до роботи експертів. Вони відповідальні за передачу знань своїм колегам — даний процес потребує детального і ненав'язливого контролю з боку вчителя.

**3. Приклад простоїскладанки**

Тема **уроку:** «Розвиток поглядів на будову атома» (урок-симуляція), 11 клас Мета уроку: познайомити учнів з теоріями будови атома.

**План уроку**

1. Клас ділиться на 4 групи. Кожна група отримує однакове завдання.
*Завдання*

Відомий американський фізик Р. Фейнман висловив таку думку: «Якби в результаті якоїсь світової катастрофи всі накопичені люд­ством знання виявились знищеними і до майбутніх поколінь мала б дійти тільки одна фраза, то яке твердження з найменшої кількос­ті слів принесло б найбільшу інформацію? Я вважаю, що це —...»

2. Кожна група протягом 3 хвилин намагається продовжити фразу методом «мозкового штурму». Результат роботи групи записуєть­ся на аркуші.

Якщо діти використовують цей метод роботи в групах вперше, їх необхідно познайомити з правилами «мозкового штурму».

**Правила «мозкового штурму»**

**• Пропонуй, спираючись на ідеї інших людей**

Нехай ідеї інших людей будуть поштовхом для твого мислення.

• **Утримуйся** від **критики**

Не витрачай часу на оцінювання ідей, які виникли,— все дозво­лено.

• Мета — кількість

Чим більше з'явиться ідей, тим краще. Не засмучуйтесь, якщо вони повторюються.

• **Дозволь «нуртувати» уяві**

Не відкидай ніяких ідей через те, що вони не вписуються в загаль­ноприйняті рамки.

• **Ніяких «вбивчих»** висловлювань
Уникай таких виразів, як:

* Хіба таке може бути?!
* Це вже пропонували!!
* Та це ж просто смішно!!
1. Представники груп озвучують ідеї, які виникли в групі.
2. Вчитель підбиває підсумок.
3. Історію розвитку поглядів на будову атома можна поділити на такі етапи:
* теорія древньогрецьких філософів (Арістотеля, Демокріта);
* теорія Джона Дальтона;
* модель атома за Томсоном;
* модель Резерфорда-Бора;
* сучасна модель атома.

Вчитель вивішує таблицю, на якій виписані 4 вибрані моделі ато­ма. Групи отримують інструкції та завдання № 2.

**Інструкція для груп**

1. Перегляньте матеріали, поділіться ними так, щоб кожен з вас опрацював окремий фрагмент.
2. Поділіться в групі здобутою інформацією.
3. На базі отриманих знань виконайте завдання і продемонструйте його іншим групам.

*Завдання №2*

Уявіть собі, що Арістотель, Дальтон, Томсон, Резерфорд раптом з'являються в наші часи і зустрічають сучасного фізика. Про що б вони розмовляли? Приготуйте коротку сценку, в якій відбуватиметься дис­кусія щодо будови атома.

Запропонована форма роботи дає можливість учням здобути знан­ня нетрадиційним способом. Окрім нової інформації, діти набувають навичок комунікації, проявляють творчість щодо вирішення постав­леного завдання. Вчитель спостерігає за роботою учнів, дає відповіді на можливі запитання. Запропоновані дітьми сценки дають можли­вість оцінити вибрану методику.

**Матеріали для роботи в групах**

**1. Атомістика древніх греків. Демокріт (430—370 рр.** до н. є.)

Ідея атомістичної будови матерії була висловлена вперше Левкіппом (500-440 рр. до н. є.) і розвинута його учнем — геніальним Демокрітом. На жаль, твори Демокріта не дійшли до нашого часу, і про їх зміст ми дізнаємося лише з книг інших авторів.

Суть вчення Демокріта зводилася до наступного. Все, що існує на­вколо, складається з атомів і порожнечі. Частинки, з яких складають­ся всі тіла, якісно не відрізняються між собою. Вони відрізняються тільки величиною і формою, позбавлені внутрішньої будови та є не­подільними. Звідси їх назва — «атоми» (атодо;), що означає непо­дільні. Атоми різноманітні за величиною і формою, вони мають вагу. Це такі піщинки або зернинки, з яких складаються всі тіла. З'єдную­чись між собою, вони утворюють всі тіла. Із щільніших атомів утво­рюються тверді тіла, з менш щільних утворювались вода і повітря.

Жоден з атомів не може зникнути або з'явитись з нічого. «Ніщо не виникає з нічого і не перетворюється в ніщо». Атоми існували і бу­дуть існувати завжди, вони нетвірні і не піддаються руйнуванню. Крім атомів і порожнечі, більше нічого не існує. Всі тіла утворені з атомів, всі явища природи відбуваються в результаті руху атомів та їх різно­манітного поєднання. Щоб пояснити, чому атоми з'єднуються між со­бою, Демокрітові довелось придумати механічну необхідність цього. Одні атоми мали гачки, а інші — петельки, тому поєднуватись вони могли тільки певним чином, щось на зразок складання пазлів.

Демокріт не визнавав існування нематеріальних об'єктів. Власне душа, за Демокрітом, складається з атомів. Навіть боги складаються з атомів, вони такі ж матеріальні, як люди.

Велика заслуга древніх атомістів в тому, що вони своїми геніаль­ними здогадками вказали науці шлях, передбачили майбутній успіх атомної теорії.

2. Джон Дальтон — Гей-Люссак — Авогадро.

Перші теорії будови речовини на основі експерименту

Англічанин Дал*ьтон* вважав, що атоми різних хімічних елементів мають різну вагу. А отже, за відносною кількістю простої речовини, що входить до складної сполуки, можна визначити цю атомну вагу. У цей час хіміки уже володіли хімічним аналізом деяких газів, на­приклад, аміаку, Карбон діоксиду, водяної пари. Дальтон не довіряв тому, що було зроблено чужими руками. Він дослідив етилен і метан і визначив, що вони складаються з Карбону і Гідроґену. Причому ва­гова кількість вуглецю, що припадає на одну частину водню, у етилена була 5,7, а у метану — вдвічі більша. Це призвело його до думки, що етилен утворений шляхом з'єднання одного атома Карбону з одним атомом Гідроґену, а метан в результаті об'єднання одного атома Карбону із двома атомами Гідроґену. Цю ж ідею будови він поширив і на інші відомі тоді гази. Ось що він отримав.

*Етилен:* 1 атом Карбону + 1 атом Гідроґену (замість С2Н4, як ми знаємо про це сьогодні)

*Метан:* 1 атом Карбону + 2 атоми Гідроґену (замість СН4)

*Аміак:* 1 атом Нитроґену +1 атом Гидроґену (замість МН3)

*Карбон діоксид:* 1 атом Карбону + 2 атоми Оксиґену (це відпові­дало дійсності)

*Вода:* 1 атом Оксиґену + 1 атом Гідроґену (замість Н2О)

Знаючи відношення елементів у вказаних сполуках і прийнявши за одиницю атомну вагу Гидроґену, Дальтон обчислив атомну вагу атомів і складних сполук (1805 рік).

Звичайно, значення атомних мас, отримані Дальтоном, неточні. Він не уявляв собі правильно молекули сполучень. Дальтон не бачив якісної відмінності між атомами і молекулами. На думку Дальтона, прості речовини взагалі не могли складатися з молекул.

Дальтон був дуже скромний і несміливий у спілкуванні з людь­ми. Це не дало йому можливості зробити кар'єру науковця або отри­мати якісь вигоди зі своєї слави. Він залишився скромним приват­ним вчителем, який у вільний час розмірковував над працями Нью­тона і стародавніх атомістів. Але заслуга Дальтона полягала в тому, що на основі експерименту він пов'язав атомістику з хімією і пере­творив останню в кількісну науку.

У 1805 році французький хімік *Гей-Люссак* довів, що два об'єми водню, сполучаючись з одним об'ємом кисню, дають два об'єми во­дяної пари, а не один, як слідувало з теорії Дальтона; три об'єми вод­ню з одним об'ємом азоту дають два об'єми аміаку, а не один, як ви: ходило у Дальтона.

Гей-Люссак узагальнив свої дослідженняі встановив закон, згідно з яким «гази завжди поєднуються в простих об'ємних співвідношеннях, причому густини газів пропорційні вазі сполучень аби кратні їм».

Дальтон виступав проти цього закону, твердив, що досліди фран­цузького вченого не є точними.

Вихід із суперечки знайшов італійський професор фізики *Авогадро.* Він перший зрозумів, що якби атомна теорія Дальтона визнала закон Гей-Люссака, то це стало б істинною основою для хімічної науки.

Для цього треба було тільки висунути гіпотезу, що однакові об'єми різних газів (зрозуміло, за однакових тисків і температур) містять од­накову кількість частинок-молекул. Тепер завдяки закону Авогадро все ставало на свої місця. Два об'єми водню повинні були з'єднатись з одним об'ємом кисню, щоб утворити при цьому два об'єми склад­них молекул води, оскільки відношення об'ємів тепер є ніщо інше, як відношення між кількістю молекул, які поєднуються між собою й утворюють більш складні молекули.

3. Джозеф Джон Томсон (1856-1940)

«Атом — це ж так просто, як пиріг з родзинками»

Професор Кавендишської лабораторії *Дж, Дж, Томсон* був фана­том експериментальної фізики. Він любив повторювати слова Максвелла про те, що ніколи не варте відмовляти людині поставити за­думаний нею експеримент. Навіть якщо вона не знайде того, що шу­кає, вона може відкрити щось інше й отримає більше користі, ніж провівши тисячі дискусій.

Провівши ряд експериментів, Томсон встановив, що з атомів, які з часів Демокріта вважались неподільними, можуть вилітати мале­сенькі негативно заряджені частинки або електрони. Вони були відо­мі теоретично, але тільки Томсону вдалося від крити їх і, відтак, оста­точно підтвердити їх існування експериментально. Атоми, первин­ні цеглинки матерії, перестали бути непроникними і неподільними частинками без внутрішньої будови. Якщо з них могли вилітати не­гативно заряджені частинки, значить, атом — це складна система. До його складу повинно входити щось заряджене також позитивно, бо в цілому атом електронейтральний. Залишалось з'ясувати, як роз­ташований позитивний і негативний заряд всередині атома, і переві­рити правильність гіпотез.

Перша гіпотеза, перша модель атома на основі нових відкриттів була розроблена Дж. Дж. Томсоном. Згідно з цією моделлю, атом скла­дається з позитивного заряду, який рівномірно заповнює сферу, розмі­ри якої мають той самий порядок, що й атом. Всередині сфери знахо­дяться від'ємні заряди — електрони, розміри яких набагато менші від розмірів сфери. Кількість корпускул в атомі велика. Томсон вважав, що найменший атом водню містить приблизно 1000 електронів. Елек­трони всередині атома можуть рухатись, наприклад, обертатись навколо його центра або перебувати в спокої. Дж. Дж. Томсон використову­вав обидва уявлення при поясненні різних фізичних явищ. За допомо­гою своєї моделі Томсон намагався пояснити багато фізичних і хімічних явищ. Перш за все він показав, що його модель дозволяє пояснити пе­ріодичність властивостей хімічних елементів, виражену періодичним законом Менделєєва. Виявилось, що при стійкому стані атома електро­ни в ньому повинні розташовуватись концентричними шарами (обо­лонками) з певною кількістю електронів у кожному шарі.

З часом виявилась обмеженість моделі Томсона. Але вона відіграла позитивну роль в розвитку теорії будови атома. З теорії Томсона було запозичено ряд ідей, перш за все ідея електронних оболонок в атомі і пояснення на її основі періодичної системи елементів.

Бор писав: «...з того часу, як Дж. Дж. Томсон зробив знамени­ту спробу пояснити періодичну систему Менделєєва на основі дослі­дження стійкості різних електронних конфігурацій, ідея про поділ електронів в атомі на групи стала вихідним пунктом новіших теорій. Гіпотеза Томсона про розташування позитивного заряду в атомі ви­явилась несумісною з дослідом. Але ця робота містить багато оригі­нальних думок і мала великий вплив на подальший розвиток елек­тронної теорії ».

4. Ернст Резерфорд: «Найпростіший спосіб з'ясувати, що знаходиться в середині пирога,— ткнути в нього пальцем!» Планетарна модель атома.

Важко віднайти в історії науки фігуру більш симпатичну, ніж цей величезний новозеландець з гучним голосом і важкими кулака­ми фермера. Своїми товстими пальцями він вмів так вправно примос­тити невагомий листочок золота на дослідну установку, що заслуже­но отримав славу найкращого експериментатора у світі.

*Е. Резерфорд,* учень Дж. Дж. Томсона, поставив перед собою мету з'ясувати істинну конструкцію атома. Він запропонував своїм учням Ернсту Марсденну і Гансу Гейгеру поставити відповідний експеримент на установці, яка дозволяла обстрілювати листочки тоненької мета­лічної фольги швидкими альфа-частинками, що вилітали з куска ра­діоактивної речовини. У затемненій кімнаті вчені довгими годинами спостерігали відхиленя альфа-частинок від свого шляху після прохо­дження золотої фольги. За спалахами на екрані можна було підрахувати кількість розсіяних (відхилених) частинок. Основна маса частинок відхилялась на дуже малі кути, адже атом Томсона був електронейтральним і пробити альфа-частинкам тонесенький листок фольги було, в принципі, дійсно не важче, ніж експериментатору проткнути пальцем м'який пиріг. Але молоді фізики виявили, що деякі частинки не тіль­ки різко змінювали свій шлях, пролітаючи крізь метал, але навіть від­скакували від фольги назад. Це «здавалось таким неймовірним,— пи­сав потім Резерфорд,— ніби ви вистрілили 15-дюймовим снарядом в папіросний папір, а він відбився назад і потрапив у вас... *.*

Резерфорд дійшов вражаючого висновку. Якби атоми були побу­довані так, як каже Томсон, альфа-частинки повинні були б вільно пролітати крізь них, а отже, і крізь тонку фольгу. Лише окремі з них незначно відхиляються, пролітаючи надто близько коло «плаваю­чих» в томсонівських атомах електронів і потрапляючи в поле кулонівських сил. Але жодна з пролітаючих частинок не повинна була б відхилятись на ті великі кути, які спостерігали експериментатори, а тим більше, повертатись назад.

Коли це було б можливо? Тільки в тому випадку, якщо повний по­зитивний заряд зосереджений у центрі, а не розподілений по всьому об'єму атома. Причому зосереджений він повинен бути в невелико­му ядрі. І між цим позитивно зарядженим ядром і негативними елек­тронами повинно бути достатньо вільного простору.

Таким чином, Резерфорд дійшов ядерної (планетарної) моделі ато­ма, яка безпосередньо випливала з експерименту. Атом складається з позитивного ядра, розміри якого (10-13 см) набагато менші за роз­міри атома (10-8 см для атома Гідроґену). Навколо ядра обертаються електрони. Загальний заряд ядра рівний нулю, тому заряд ядра за мо­дулем рівний *пе,* де *п*— число електронів в атомі, е— заряд електро­на. Число електронів в атомі дорівнює порядковому номеру елемен­та в таблиці Менделєєва.

**Тематика підсумкових уроків-симуляцій, на яких можна застосувати методику роботи в групах «Складанка»**

* Розвиток вчення про теплоту.
* Розвиток вчення про електрику і магнетизм (Фарадей, Герц, Максвелл).
* Розвиток поглядів на природу світла (Гюйгенс, Ньютон).
* Історія встановлення закону збереження і перетворення енергії.
* Розвиток поглядів на причини взаємодії (Ньютон, Кулон, Ампер, Гук).
* Пулюй — вчений, технік, історик, публіцист.
* Розвиток поглядів на простір і час (Ньютон, Ейнштейн).
* Розвиток поглядів на будову Всесвіту.

**Приклад складанки експертної**

Тема уроку: «Атомні електростанції та їх безпека» (11 клас).

**Мета уроку:** познайомити учнів з будовою та основними типами ядерних реакторів; визначити основні фактори ризику ядерних ре­акторів.

**План уроку**

1. **Актуалізація** опорних знань учнів. Види електростанцій. Прин­ципова схема ТЕС. Основні положення фізики атомного реакто­ра. Будова активної зони ядерного реактора.
2. Поділ на експертні групи.

**Група** 1. Водо-водяний енергетичний реактор.

Група 2. Реактор великої потужності канальний.

Група 3. Реактор на важкій воді.

**Група 4.** Реактор з кулястою засипкою.

**Група 5.** Реактор на швидких нейтронах.

1. Інструкція для груп. Робота в експертних групах.
2. Зміна складу групи відповідно до схеми рис 2. Взаємонавчання в групах. Складання таблиці «Порівняння будови різних типів атомних електростанцій».
3. Представлення роботи кожної групи.
4. Підсумкова бесіда під керівництвом вчителя про фактори ризику ядерних реакторів.

**Матеріали до уроку Загальна будова електростанції**

Всі пристрої для перетворення різноманітних видів енергії в елек­тричну — електростанції — можна умовно поділити на такі види:

* Теплові електростанції — вони перетворюють різні види енер­гії в енергію нагрітого теплоносія (в основному води), яка, у свою чергу, передає свою енергію на турбіну, що виробляє електричний струм. До них належать вугільні, газові, атомні електростанції, електростанції, що працюють на нафті та нафтопродуктах, деякі види сонячних.
* Гідроелектростанції — перетворюють енергію води в електрику, передаючи її безпосередньо на турбіну. До них належать гідро­електростанції і приливні електростанції.
* Електростанції, що безпосередньо виробляють електрику,— со­нячні, на фотоелементах, вітряні.

Принципова схема теплової електростанції представлена на рис. *4.*



Рис. 4

Варто мати на увазі, що в її конструкції може бути передбачено кілька контурів — теплоносій з реактора може не йти відразу на тур­біну, а віддавати своє тепло в теплообміннику теплоносієві наступно­го контуру, потім надходити на турбіну, а може далі передавати свою енергію наступному контуру. Також у будь-якій електростанції пе­редбачена система охолодження Відпрацьованого теплоносія, щоб до­вести температуру теплоносія до необхідної для повторного циклу. Якщо поблизу від електростанції населений пункт, то це досягається шляхом використання тепла відпрацьованого теплоносія для на­грівання води, для опалення, а якщо ні, це зайве тепло просто скида­ється в атмосферу в градирнях. Конденсатором відпрацьованої пари на неатомних електростанціях найчастіше є градирні.

Атомні електростанції належать до теплових, тому що вони міс­тять телловиділяючі елементи, теплоносій і генератор електричного струму — турбіну. Існують як одноконтурні АЕС, так і дво-, триконтурні (це залежить від типу ядерного реактора).

**Деякі відомості** з **ядерної фізики**

Для з'ясування принципів роботи ядерного реактора і змісту про­цесів, що відбуваються в ньому, коротко викладемо основні момен­ти фізики реакторів.

* Ядерний реактор — це пристрій, у якому відбуваються ядерні ре­акції — перетворення одних хімічних елементів в інші. Для цих реакцій необхідна наявність у реакторі речовини, що ділиться і при цьому виділяє елементарні частинки, здатні викликати роз­пад інших ядер.
* Розпад атомного ядра може відбутися спонтанно або при влученні в нього елементарної частинки. Спонтанний розпад у ядерній енер­гетиці не використовується через дуже низьку його інтенсивність.
* Як речовину, що ділиться, використовують ізотопи Урану —Уран-235 і Уран-238, а також Плутоній-239.
* У ядерному реакторі відбувається ланцюгова реакція. Ядра Урану чи Плутонію розпадаються, при цьому утворюються два-три ядра елементів середини таблиці Менделєєва, виділяється енергія, ви­промінюються гамма-кванти, й утворюються два чи три нейтро­ни, які у свою чергу, можуть провзаємодіяти з іншими атомами і викликати їх поділ та продовження ланцюгової реакції. Для роз­паду атомного ядра необхідне влучення в нього елементарної частинки **з** визначеною енергією (величина цієї енергії повинна бути в певному діапазоні: надто повільна чи швидка частинки просто відштовхнуться від ядра, не проникнувши в нього). Найбільше значення в ядерній енергетиці мають нейтрони.
* Залежно від швидкості елементарної частинки виділяють два види нейтронів: швидкі і повільні. Нейтрони різних видів по-різному впливають на ядра елементів, що поділяються.
* Уран-238 поділяється тільки швидкими нейтронами. При його розподілі виділяється енергія й утворюються 2-3 швидких ней­трони. Унаслідок того, що ці швидкі нейтрони сповільнюються в речовині урану-238 до швидкостей, не здатних викликати роз­поділ ядра Урану-238, ланцюгова реакція в урані-238 протікати не може.
* Оскільки в природному урані основний ізотоп — Уран-238, то лан­цюгова реакція в природному урані протікати не може.
* В урані-235 ланцюгова реакція протікати може, тому що найбільш ефективно його розподіл здійснюється, коли нейтрони уповільне­ні в 3-4 рази порівняно зі швидкими, що відбувається при досить довгому їхньому пробігу в товщі урану без ризику бути поглине­ними сторонніми речовинами чи при проходженні через речови­ну, що володіє властивістю сповільнювати нейтрони, не поглина­ючи їх.
* Оскільки в природному урані наявна досить велика кількість ре­човин, що поглинають нейтрони (той же Уран-238, що при цьому перетворюється в інший ізотоп, який поділяється, Плутоній-239), то в сучасних ядерних реакторах необхідно для уповільнення ней­тронів застосовувати не сам уран, а інші речовини, що мало по­глинають нейтрони (наприклад, графіт чи важка вода).
* Звичайна вода нейтрони сповільнює дуже добре, але сильно їх поглинає. Тому для нормального протікання ланцюгової реак­ції при використанні звичайної легкої води як сповільнювач не­обхідно застосовувати уран з високою часткою ізотопа, що поді­ляється,— Уран-235 (збагачений уран). Збагачений уран роблять за досить складною і трудомісткою технологією на збагачуваль­них комбінатах, при цьому утворюються токсичні й радіоактив­ні відходи.
* Графіт добре сповільнює нейтрони і погано їх поглинає. Тому при використанні графіту як сповільнювач можна застосовувати менш збагачений уран, ніж при використанні легкої води.
* Важка вода дуже добре сповільнює нейтрони і погано їх поглинає.
Тому при використанні важкої води як сповільнювача можна використовувати менш збагачений уран, ніж при використанні легкої води. Але виробництво важкої води дуже трудомістке й екологічно небезпечне.

При влученні повільного нейтрона в ядро Урану-238 він може бути захоплений цим ядром. При цьому відбудеться ряд ядерних реакцій, результатом яких стане утворення ядра Плутонію-239. (Плутоній-239 у принципі може теж використовуватися для по­треб ядерної енергетики, але на сьогодні він є одним з основних компонентів начинки атомних бомб.) Тому ядерне паливо в реак­торі не тільки витрачається, але й «розмножується». У деяких ядерних реакторів основною задачею є саме таке розмноження.

* Іншим способом вирішити проблему сповільнення нейтронів є створення реакторів, які не потребують їх сповільнення,— ре­акторів на швидких нейтронах. У такому реакторі основною речо­виною, що поділяється, є не уран, а плутоній. Уран же (викорис­товується уран-238) виступає як додатковий компонент реакції — від швидкого нейтрона, випущеного при розпаді ядра Плутонію, відбудеться розпад ядра Урану з виділенням енергії і випроміненням інших нейтронів, а при влученні в ядро Урану нейтрона, що сповільнився, він перетвориться в Плутоній-239, відновлюючи тим самим запаси ядерного палива в реакторі. У зв'язку з малою величиною поглинання нейтронів плутонієм ланцюгова реакція в сплаві плутонію й урану-238 йти буде, причому в ній утворюва­тиметься велика кількість нейтронів.
* Таким чином, у ядерному реакторі повинен використовуватися або збагачений уран зі сповільнювачем, що поглинає нейтрони, або незбагачений уран зі сповільнювачем, який мало поглинає ней­трони, або сплав плутонію з ураном без сповільнювача. Про різні типи ядерних реакторів, що реалізують ці три можливості різни­ми способами, буде говоритися далі.

**Ядерний реактор**

Якуже зазначалося, трьома обов'язковими елементами для ре­акторів на теплових нейтронах є ядерне пальне, сповільнювач і теп­лоносій.

*На рис. 5* представлена типова схема активної зони. Крізь реактор за допомогою помп (їх називають циркуляційними) пропускається теплоносій, що надходить потім на турбіну (у РБМК) чи в теплообмін­ник (в інших типах реакторів). Нагрітий теплоносій теплообмінника надходить на турбіну, де втрачає частину своєї енергії на вироблення електрики. З турбіни теплоносій надходить у конденсатор для пари, щоб у реактор надходив теплоносій з потрібними для оптимальної ро­боти параметрами. Також у реакторі є система керування ним (на ри­сунку не показана), що складається з набору стрижнів діаметром у кілька сантиметрів і довжиною, порівнянною з висотою активної зони, що складаються з матеріалу, який поглинає нейтрони, звичай­но зі сполук бору. Стрижні розташовуються в спеціальних каналах і можуть бути підняті чи опущені в реактор. У піднятому стані вони сприяють розгону реактора, в опущеному — заглушають його. При­води стрижнів регулюються незалежно один від одного, тому з їхньою допомогою можна регулювати активність реакції в різних частинах активної зони. Реактори, що працюють на швидких нейтронах, вла­штовані трохи інакше. Про них буде сказано нижче.



Декілька термінів:

* Паливна касета — конструкція з таблеток урану і корпусу, що зби­рає їх разом, товщиною 10-20 см і довжиною в кілька метрів, що є джерелом енергії за рахунок розпаду урану. Матеріалом кор­пусу звичайно є цирконій.
* **ТВЗ** — тепловиділяюча зборка — паливна касета та її кріплення. ТВЗ знаходиться в активній зоні реактора.
* **СКЗ** — система керування захистом. В основному складається з нейтронопоглинаючих стрижнів.

У кожного типу реактора є особливості конструкції, що вирізня­ють його серед інших, хоча, безумовно, окремі елементи конструкції можуть запозичуватися з інших типів. ВВЕР будувалися в основно­му на території колишнього СРСР і в Східній Європі, реакторів типу РВПК багато в Росії, країнах Західної Європи і Південно-Східної Азії, реактори на важкій воді в основному будувалися в Америці.

**Матеріали для роботи в групах** Будова різних типів ядерних реакторів

На сьогодні у світі існує п'ять типів ядерних реакторів:

* ВВЕР (Водо-Водяной Енергетичний Реактор),
* РВПК (Реактор Великої Потужності Канальний),
* реактор на важкій воді,
* реактор з кульовим засипанням і газовим контуром,
. реактор на швидких нейтронах.

Матеріали для групи № 1. ВВЕР

Реактори ВВЕР є найрозповсюдженішим типом реакторів у Росії. Дуже приваблива дешевизна використовуваного в них теплоносія-сповільнювача і відносна безпека в експлуатації, незважаючи на необхід­ність використання в цих реакторах збагаченого урану. Із самої назви реактора ВВЕР випливає, що в нього і сповільнювачем, і теплоносієм є звичайна легка вода. Як паливо використовується збагачений до 4,5 % уран. Принципова схема реактора ВВЕР представлена на *рис. 6.*



Як видно зі схеми, він має два контури. Перший контур, реакторний, цілком ізольований від другого, що зменшує радіоактивні вики­ди в атмосферу. Циркуляційні помпи (помпа першого контуру на схе­мі не показана) прокачують воду через реактор і теплообмінник (жив­ляться циркуляційні насоси від турбіни). Вода реакторного контуру перебуває під підвищеним тиском, так що, незважаючи на її висо­ку температуру (293 градуси — на виході, 267 — на вході в реактор), її закипання не відбувається. Вода другого контуру перебуває під зви­чайним тиском, так що в теплообміннику вона перетворюється в пару. У теплообміннику-парогенераторі теплоносій, що циркулює по першо­му контуру, віддає тепло воді другого контуру. Пара, що утворюєть­ся у парогенераторі, по головних паропроводах другого контуру над­ходить на турбіни і віддає частину своєї енергії на обертання турбіни, після чого надходить у конденсатор. Конденсатор, охолоджуваний во­дою циркуляційного контуру (так би мовити, третій контур), забезпе­чує збір і конденсацію пари, що відпрацювала. Конденсат, пройшовши систему підігрівників, подається знову до теплообмінника.

Енергетична потужність більшості реакторів ВВЕР у нашій кра­їні — 1000 мегават (МВт).



Будову активної зони реактора ВВЕР показано нарис. 7. Вона має міцний зовнішній сталевий корпус, що може у випадку непередбачених обставин локалізувати можливу аварію. Корпус повністю запов­нений водою під високим тиском. Усередині активної зони розташо­вані ТВЗ із кроком у 20-25 см. Деякі ТВЗ доповнені зверху поглина­чем з бороцирконієвого сплаву і нітриду бору і здатні знаходиться в активній зоні бороцирконієвою частиною або урановою — у такий спосіб здійснюється регулювання ланцюгової реакції. Вода подається в реактор знизу під тиском. Зверху реактор закритий сталевою криш­кою, яка герметизує його корпус та є біозахистом.

**Матеріали** для **роботи групи № 2. РВПК**

Насамперед в активній зоні цього реактора відбувається кипін­ня — з реактора надходить пароводяна суміш, що, проходячи через сепаратори, поділяється на воду, яка повертається на вхід реактора, і пару, що йде безпосередньо на турбіну. Електрика, що виробляється турбіною, витрачається, як і в реакторі ВВЕР, також на роботу цир­куляційних помп. Його принципова схема — *нарис. 8.*



Основні технічні характеристики РВПК такі. Активна зона ре­актора — вертикальний циліндр діаметром 11,8 метрів і висотою 7 метрів *{рис. 9).* По периферії активної зони, а також згори і знизу розташований боковий відбивач — суцільна графітова кладка тов­щиною 0,65 метра. Найбільш активна зона зібрана з графітових шес­тигранних колон (усього їх 2488), зібраних із блоків перерізом 250 х 250 мм. У центрі кожного блоку крізь усю колону проходять на­скрізні отвори діаметром 114 мм для розміщення технологічних ка­налів і стрижнів СКЗ.



Загальне число технологічних каналів в активній зоні 1693. Усе­редині більшості технологічних каналів знаходяться тепловиділяючі касети, що мають досить складну структуру. Касета складається з двох послідовно з'єднаних тепловиділяючих зборок (ТВЗ), довжи­на кожної з яких 3,5 м. ТВЗ містить 18 стрижневих твелів — трубок зовнішнім діаметром 13,5 мм із товщиною стінки 0,9 мм, заповнених таблетками діаметром 11,5 мм із двоокису урану (ЇЮ2), кріпильні-де-талі зі сплаву цирконію і несучий стрижень з оксиду ніобію. Стінки касети щільно фіксовані до графітової кладки, а всередині касет цир­кулює вода. В інших каналах розташовані стрижні системи керуван­ня захистом, що складаються з поглинача — бороцирконієвогаспла­ву. Деякі канали цілком ізольовані від теплоносія, і в них розташо­вані датчики радіації.

Електрична потужність РВПК — 1 000 МВт. АЕС з реакторами РВПК складають помітну частку в атомній енергетиці. Так, ними оснащені Ленінградська, Курська, Чорнобильська, Смоленська, Ігналинська АЕС.

**Матеріал для групи** № **3. Реактор на важкій** воді **У** Канаді й Америці конструктори ядерних реакторів при вирі­шенні проблеми про підтримку в реакторі ланцюгової реакції від­дали перевагу використанню як сповільнювача важкої води. У важ­кої води дуже низький ступінь поглинання нейтронів і дуже високі сповільнюючі властивості, кращі за аналогічні властивості графі­ту. Внаслідок цього реактори на важкій воді працюють на незбагаченому паливі, що дозволяє не будувати складні і небезпечні під­приємства зі збагачення урану. В принципі, добре спроектований і побудований реактор на важкій воді може працювати довгі роки на природному урані, який необхідно виділити з руди, і давати де­шеву енергію. Але важка вода дуже дорога у виробництві, і тому внаслідок неминучих витоків її з трубопроводів сумарні витрати на експлуатацію реактора зростають і наближаються до аналогіч­них в РВПК і ВВЕР. Теплоносієм першого контуру може викорис­товуватися сповільнювач — важка вода, хоча трапляються реакто­ри, де теплоносій — легка вода, а контури циркуляції теплоносія і сповільнювача розділені.

Конструкція реактора багато в чому аналогічна конструкції ре­актора **ВВЕР.**



**Матеріал для групи № 4. Реактор з кулястим засипанням**

У реакторі з кулястим засипанням активна зона має форму кулі, у яку засипані тепловиділяючі елементи також кулястої форми. Ко­жен елемент — це графітова сфера, **у** яку вкраплені частки оксиду урану. Через реактор прокачуєтся газ — найчастіше використовуєть­ся вуглекислота СО2. Газ подається в активну зону під тиском і зго­дом надходить на теплообмінник. Регулювання реактора здійсню­ється стрижнями з поглинача, що вставляються в активну зону.



Аварійна зупинка реактора здійснюється шляхом пострілу в ак­тивну зону клина з поглинача (поруч з реактором влаштовують щось подібне до короткої гармати, що в екстраординарній ситуації вистрі­лює в реактор через його корпус клинчастий шматок поглинача, при цьому реактор відразу зупиняється). Реактор з кулястим засипанням вигідно відрізняється тим, що в ньому принципово не може відбути­ся вибух гримучого газу й у випадку розгону реактора найнеприємнішим наслідком буде лише розплавлення тепловиділяючих елементів і неможливість подальшої експлуатації реактора. Вибуху такого ре­актора при його розгоні статися не може в принципі. З іншого боку, у випадку потрапляння води в активну зону (наприклад, із другого контуру у випадку прориву труби в теплообміннику) руйнування ре­актора і викид радіоактивного газу-теплоносія неминучий.

Реактори з кулястим засипанням у незначній кількості будува­лися в Східній Європі й Америці.

**Матеріал для групи № б. Реактор на швидких нейтронах**

Реактор на швидких нейтронах дуже сильно відрізняється від ре­акторів всіх інших типів. Його основне призначення — забезпечення відтворення плутонію, що ділиться, з урану-238 із метою спалюван­ня усього чи значної частини природного урану, а також наявних за­пасів збідненого урану. При розвитку енергетики реакторів на швид­ких нейтронах може бути вирішена задача забезпечення ядерної енер­гетики паливом.



Насамперед у реакторі на швидких нейтронах немає сповіль­нювача. У зв'язку з цим як паливо використовується не уран-235, а плутоній і уран-238, що діляться швидкими нейтронами. Плу­тоній необхідний для забезпечення достатньої щільності нейтрон­ного потоку, що не може забезпечити лише уран-238. Теплови­ділення реактора на швидких нейтронах у десять - п'ятнадцять разів перевищує тепловиділення реакторів на повільних нейтро­нах, у зв'язку з чим замість води (яка просто не впорається з та­ким об'ємом енергії для передачі) використовується розплав на­трію (його температура на вході — 370 градусів, а на виході — 550, що вище від аналогічних показників, скажімо, для ВВЕР темпера­тура води на вході — 270 градусів, а на виході — 293). Знов-таки у зв'язку з великим тепловиділенням доводиться використовува­ти навіть не два, а три контури (об'єм теплоносія на кожному на­ступному, природно, більший), причому в другому контурі ви­користовується також натрій. При роботі такого реактора відбу­вається дуже інтенсивне виділення нейтронів, що поглинаються шаром урану-238, розташованого навколо активної зони. При цьо­му цей уран перетворюється в плутоній-239, що, у свою чергу, може використовуватися в реакторі як елемент для поділу. Плутоній ви­користовується також у військових цілях.

На сьогодні реактори на швидких нейтронах значного поширен­ня не здобули, в основному через складність конструкції і проблеми одержання досить стійких матеріалів для конструкційних деталей. У Росії є тільки один реактор такого типу (на Білоярській АЕС). Вва­жається, що такі реактори мають велике майбутнє.

Зразок таблиці, яку заповнюють учні

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Параметри | ВВЕР | РВПК | Реактор |
| порівняння |  |  | на важкій воді |
| Ядерне пальне | 4,5- процентний | 2,8-процентний | 2-3-процент- |
|  | збагачений уран | збагачений уран | ний збагачений |
|  |  |  | уран |
| Сповільнювач | Легка вода. | Графіт. Добре | Важка вода. |
| і його | Дуже добре спо- | сповільнює ней- | Дуже добре спо- |
| властивості | вільнює нейтро- | трони, майже не | вільнює нейтро- |
|  | ни, дуже силь- | поглинає ней- | ни, майже не по- |
|  | но поглинає | трони. Досить | глинає нейтро- |
|  | нейтрони. Над- | дешевий | ни. Дуже дорога |
|  | звичайно дешева |  | у виробництві |
| Особливості | Тісне розта- | Досить рідке | Досить рідке |
| активної зони, | шування те- | розташування | розташування |
| обумовлені | пловиділяю- | тепловиділяю- | тепловиділяю- |
| параметрами | чих елементів, | чих елементів, | чих елементів, |
| сповільнювача | необхідність | можливість | можливість |
|  | підвищеного | використан- | використан- |
|  | збагачення ура- | ня низькозба- | ня низькозба- |
|  | ну | гаченого ура- | гаченого урану |
|  |  | ну чи відпра- | чи відпрацьо- |
|  |  | цьованого | ваного палива |
|  |  | палива ВВЕР | ВВЕР |
| Кількість | Два | Один | Два |
| контурів |  |  |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Параметри** | **ВВЕР** | **РВПК** | Реактор |
| **порівняння** |  |  | на важкій воді |
| Теплоносій | Легка вода | Легка вода. | Важка вода |
|  | в обох контурах. | Ефект, що спо- | в першому кон- |
|  | Одночасно є спо- | вільнює, незнач- | турі, легка вода |
|  | вільнювачем | ний | в другому. Важка |
|  |  |  | вода одночасно |
|  |  |  | є сповільнювачем |
| Регулювання | Розчин борної | Регулюючі | Регулюючі |
|  | кислоти в тепло- | стрижні з боро- | стрижні з боро- |
|  | носії. Регулюю- | цирконієвого | цирконієвого |
|  | чі стрижні з бо- | сплаву та Євро- | сплаву та Євро- |
|  | роцирконієвого | пій оксид | пій оксид |
|  | сплаву та Євро- |  |  |
|  | пій оксид |  |  |
| Заміна палива | 1 раз у 4-6 міся- | У процесі робо- | Раз у кілька мі- |
|  | ців, з повною зу- | ти, за допомогою | сяців, з повною |
|  | пинкою реакто- | спеціальної пе- | зупинкою реак- |
|  | ра і розкриттям | ревантажуваль- | тора |
|  | його корпусу. | ної машини, що |  |
|  | Кожен теплови- | дозволяє пере- |  |
|  | діляючий еле- | завантажувати |  |
|  | мент перестав- | окремі теплови- |  |
|  | ляється усере- | діляючі елемен- |  |
|  | дині реактора | ти. Кожен теп- |  |
|  | тричі до його | ловиділяючий |  |
|  | остаточного ви- | елемен'гпере- |  |
|  | тягування | ставляеться усе- |  |
|  |  | редині реактора |  |
|  |  | кілька разів до |  |
|  |  | його остаточного |  |
|  |  | витягування |  |
| Захисна | Зовнішній мета- | Графітова клад- | Зовнішній мета- |
| оболонка | левий корпус | ка товщиною | левий корпус |
|  |  | 65 см. Зовніш- |  |
|  |  | ній корпус не |  |
|  |  | обов'язковий, |  |
|  |  | але бажаний |  |
|  |  | з міркувань без- |  |
|  |  | пеки |  |

**Матеріали для підсумовуючої бесіди вчителя**

Фактори небезпеки ядерних реакторів

Фактори небезпеки ядерних реакторів досить численні. Перелічимо лише деякі з них.

Можливість аварії з розгоном реактора. При цьому внаслідок тепловиділення може відбутися розплавлення активної зони реактора і викид радіоактивних речовин у навколишнє середовище. Якщо в реакторі є вода, то у випадку такої аварії вона буде розкладатися на водень і кисень, що призведе до вибуху гримучого газу в реакторі і досить серйозного руйнування не тільки реактора, але й усього енергоблоку з радіоактивним зараженням місцевості.

Аварії з розгоном реактора можна запобігти, застосувавши спе­ціальні технології конструкції реакторів, систем захисту, підготов­ки персоналу.

Радіоактивні викиди в навколишнє середовище. їх кількість і ха­рактер залежать від конструкції реактора та якості його експлуата­ції. У РВПК вони найбільші, у реактора з кульовим засипанням най­менші. Очисні споруди можуть зменшити їх.

Утім, в атомної станції, що працює в нормальному режимі, ці ви­киди менші, ніж, скажімо, у вугільної станції, тому що у вугіллі теж містяться радіоактивні речовини, і при його згорянні вони викида­ються в атмосферу.

Необхідність захоронення реактора, що відпрацював паливо. На сьогоднішній день ця проблема не вирішена, хоча є багато розробок у цій галузі.

Радіоактивне опромінення персоналу. Можна запобігти або змен­шити застосування відповідних заходів радіаційної безпеки в проце­сі експлуатації атомної станції.

Ядерний вибух у жодному реакторі відбутися в принципі не може.

Висновок

Атомна енергетика — галузь, яка активно розвивається. Очевид­но, за нею майбутнє, тому що запаси нафти, газу, вугілля поступо­во вичерпуються, а уран — досить поширений елемент на Землі. Але варто пам'ятати, що атомна енергетика пов'язана з підвищеною не­безпекою для людей, що, зокрема, проявляється у вкрай несприятливих наслідках аварій з руйнуванням атомних реакторів. У зв'язку з цим необхідно продумувати вирішення проблеми безпеки (зокрема, попередження аварій з розгоном реактора, локалізація аварії в межах біозахисту, зменшення радіоактивних викидів і ін.) при конструю­ванні реактора, на стадії його проектування. Варто також розгляда­ти інші пропозиції щодо підвищення безпеки об'єктів атомної енер­гетики, а саме: будівництво атомних електростанцій під землею, від­правлення ядерних відходів у космічний простір.

**СКЛАДАННЯ ПОРІВНЯЛЬНИХ ТАБЛИЦЬ**

*Треба привчати учнів аналізувати явища, знаходити в них спільні й різні речі, риси основні й другорядні, істотні й неістотні...*

Г. Ващенко

**1. Вступ**

Розумової роботи в інтерактивному режимі вимагають від дітей завдання, які потребують встановлення спільних та відмінних ознак. Результатом роботи групи над таким завданням стає дидактична таб­лиця, виготовлена дітьми. Таблиці — це творча робота групи. Анало­гія і відмінність фізичних явищ в них можуть бути відображені од­ночасно формулами, символічними позначеннями, записами, рисун­ками, графіками. Вчитель може висунути умову під час виконання такої роботи, наприклад, скласти таблицю «без слів» або скориста­тись тільки рисунками, тільки графіками. Це залежить від того, яку дидактичну мету ставить перед собою вчитель та скільки часу він пла­нує виділити на уроці на цю роботу.

**2. Опис**

На початку вивчення теми вчитель виділяє в ній декілька най­важливіших змістовних одиниць, на які необхідно звертати увагу, їх варто записати у вигляді таблиці, що протягом вивчення теми ви­вішується в кабінеті. Тема поділяється на блоки. Перед уроком повто­рення учні готують тези до кожного блоку, звертаючи увагу в кожно­му з них на спільні змістовні одиниці. Повторення на уроці проводи\* мо за методикою експертної складанки. Результатом роботи кожної групи є виготовлена таблиця, яку група представляє всьому класу. Такі таблиці можуть висіти в кабінеті фізики протягом вивчення теми. їх можна зберігати в кабінеті поруч зі стандартними таблиця­ми. У кінці навчального року можна зробити виставку всіх виготов­лених плакатів.

**3. Приклади складання порівняльних таблиць Складання порівняльних таблиць при вивченні теми «Струм у різних середовищах»**

1. На початку вивчення теми в оглядовій лекції складаємо з дітьми таблицю.

**Струм у різних середовищах**

Звертаємо увагу на:

* Експерименти, закони, теорії
* Природу носіїв струму
* Механізм утворення носіїв струму
* Температурну залежність опору
* Вольт-амперну характеристику
* Застосування на практиці
1. Перед уроком повторення задаємо домашнє завдання: повторити тему «Струм у різних середовищах»; скласти короткі тези (до од­нієї сторінки на кожен блок теми) про струм у газах, металах, на­півпровідниках, електролітах.
2. На уроці повторення клас ділимо на 4 експертні групи. У кожній групі йде повторення одного блоку.
3. Формуються нові групи, в яких є експерти з кожного тематично­го блоку. У групах відбувається взаємонавчання — повторення всієї теми.
4. Кожна група отримує великий аркуш паперу, на якому вона тво­ритиме дидактичний плакат. Вчитель заздалегідь робить на ар­кушах заголовки, наприклад, такі:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Метали і напівпровідники |  | Електроліти і гази |
| Спільне | Відмінне |  | Спільне | Відмінне |
|  |  |  |
| Гази і метали |  | Напівпровідники та електроліти |
| Спільне | Відмінне |  | Спільне | Відмінне |
|  |  |  |  |  |

1. Представленая плакатів-узагальнення і повторення.
2. Підсумок вчителя.

Описана методика проведення повтореннявимагає двох уроків.

Варіанти організації роботи на уроці. Кожна група відразу має експертів, робота розпочинається із взаємонавчання, після якого гру­па приступає до складання порівняльної таблиці.

**Складання порівняльних таблиць**

**при вивченні теми «Механічні коливання» (11 клас)**

Схема проведення повторення така сама, як і при вивченні попе­редньої теми.

Таблиці мають такий вигляд:

**Механічні коливання**

Звертаємо увагу на:

* Умови виникнення
* Енергетичні перетворення
* Особливості (від чого залежить частота, амплі­туда, яким рівнянням описується коливальний процес, розв'язок цього рівняння і т. ін.)

 Експерименти

 Приклади різних видів коливань
Інше (на Ваш розсуд)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вільні та згасаючі** |  | Вільні та **вимушені** |
| Спільне | Відмінне |  | Спільне | Відмінне |
| **Вимушені та автоколивання** |  | **Автоколивапня та параметричні** |
| Спільне | Відмінне |  | Спільне | Відмінне |

За цією ж схемою можна провести узагальнення знань у 8 класі при вивченні теми «Способи теплопередачі». Клас можна поділити на 3 або 6 груп. Порівняльні таблиці тоді мають такі назви:

* «Теплопровідність і конвекція»;
* «Конвекція і випромінювання»;
* «Теплопровідність і випромінювання».

В 11 класі можна провести за цією ж схемою узагальнюючий урок на тему «Шкала електромагнітних хвиль».

Варіанти організації роботи на уроці

Всі групи можуть створювати однакові таблиці. Наприклад, «Ки­піння та випаровування» (8 клас), «Електричне та магнітне поле» (10 клас), «Гравітаційне та електростатичне поле» (10 клас), «Побу­дова зображення в лінзах та дзеркалах», «Механічні та електромаг­нітні хвилі» (11клас), «Поступальний та обертальний рухи» (9клас), «Світло та звук» (11 клас), «Інфразвук та ультразвук» (11 клас).

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДИКИ ВЗАЄМОНАВЧАННЯ В МАЛИХ ГРУПАХ ПРИ УЗАГАЛЬНЕННІ ЗНАНЬ ТА В ПРОЦЕСІ ПІДГОТОВКИ ДО ДЕРЖАВНОЇ ПІДСУМКОВОЇ АТЕСТАЦІЇ**

**1. Вступ**

При будь-якій формі проведення державної підсумкової атестації (усна, письмова, захист дослідницьких робіт) обов'язковим є ґрун­товне повторення курсу фізики, що вивчався протягом 7-11 класів. Найсуттєвішими умовами засвоєння і збереження знань є викорис­тання в навчанні способу дії та створення взаємопереходу між пред­метно-практичними і розумово-теоретичними діями.

**2. ОПИС**

Учитель визначає тематику (наприклад, згідно з білетами) та ка­лендарне планування уроків повторення. У кожній темі, яка повторю­ється, виділяється декілька смислових блоків (за кількістю груп). Го­туючи урок-повторення, учень підбирає матеріали до кожного блоку в довільній формі (конспект, тези, понятійна карта). На установчому етапі уроку весь клас генерує ключові ідеї даної теми, вчитель робить короткі записи на дошці. Виділяються смислові блоки, відповідно до них йде поділ на експертні групи, в яких відбувається повторен­ня. Кожна група отримує запитання. Групи міняються згідно зі схе­мою на рис. 2 (див. с. 16). Наступний етап уроку — взаємонавчання в групах, після якого кожна група створює узагальнюючий конспект за темою. Плакати представляються класові. Вчитель підбиває підсу­мок. Чуттєво-естетичний етап уроку не є обов'язковим.

**Тема уроку: «Звукові хвилі. Швидкість звуку. Гучність звуку та висота тону. Луна. Акустичний**

**резонанс. Екологічні проблеми акустики» Етапи уроку:**

1. Чуттєво-естетичний. Прослухати запис різних звуків (шум моря, ву­лиці, спів пташок, музичних інструментів, знаменитих співаків).

**2. Установчо-мотиваційний**

* **Що** ми знаємо про звук? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

**3. Змістовно-пошуковий**

Тематика матеріалів для повторення: > «Звук — це хвиля. Механізм поширення звукової хвилі».

* «Властивості звуку. Швидкість поширення звуку. Тон звуку.
Гучність звуку».
* «Звукові явища: відбиття (локація), заломлення, поглинан­ня, акустичний резонанс».
* «Екологічні проблеми акустики».
1. **Адаптативно-перетворювальний.** Взаємонавчання в групах.
2. **Системно-узагальнюючий.** Створення узагальнюючого плаката «Звук».
3. **Підсумок уроку**

**Орієнтовний зміст матеріалів, які готує учень для роботи в групах**

**1. Звук — це хвиля**

1. Розділ фізики, що вивчає звукові явища, називається акусти­кою.
2. Джерелом звуку є тіла, що коливаються (мембрана репродукто­ра, крильця комах, ніжки камертона). Між джерелом і прийма­чем звуку (вухом) є середовище, в якому поширюється звук.
3. Звук — це повздовжня хвиля. Коливання частинок середовища передаються від джерела до приймача. Самі частинки при цьому не поширюються вздовж хвилі, вони тільки коливаються навко­ло положення рівноваги. Від джерела до приймача звуку поширюється енергія тіла, що коливається.
4. Звук може поширюватися в газоподібних середовищах, ріди­нах, твердих тілах. Швидкість поширення звуку в різних се­редовищах різна: вона є тим більшою, чим пружніше середо­
вище. Перші виміри швидкості звуку **в** повітрі були проведені в XVII столітті. На одній горі встановлювали гармату, на ін­шій був розташований спостережувальний пункт. У момент пострілу спостерігач за спалахом помічав час. Знаючи від­стань, легко обчислювали швидкість звуку в повітрі. Вона ви­явилась рівною 330 м/с. Швидкість звуку у воді — 1500м/с, в сталі — 5800 м/с.

7. Швидкість поширення звуку залежить від температури. Так, у по­вітрі вона пропорційна кореню квадратному від температури.

**Запитання**

1. Чи завжди звукова хвиля поздовжня? У чому відмінність меха­нізму поширення звуку в повітрі і металі?
2. Чому швидкість поширення звуку збільшується зі збільшенням температури?
3. Будь-яке тіло, котре звучить, коливається. Чи правильно навпа­ки: будь-яке тіло, що коливається, випромінює звукові хвилі?

**2. Характеристики звуку**

1. Фізичні (об'єктивні) характеристики звуку

* Довжина хвилі А. — найкоротша відстань між двома точками, що коливаються у хвилі однаково.
* Період *Т* — час поширення хвилі на відстань, що дорівнює дов­жині хвилі.

• Частота V — кількість коливань в одиницю часу.
. Швидкість поширення коливань.

• Амплітуда коливань — максимальне відхилення частинки від ста­ну рівноваги.

1. Період (частоту) хвилі задає тіло, що коливається, швидкість хви­лі залежить від середовища. При переході з одного середовища в інше частота коливань не змінюється.
2. Зв'язок між періодом, частотою та швидкістю хвилі: υ*=* ν*Т .*
3. Суб'єктивні (сприймає людина) характеристики звуку.
* Висота тону (залежить від частоти коливань). Чистий тон — звук певної частоти. Длеєрела тонів — камертони різних розмірів.
* Гучність (залежить від амплітуди, від енергії, яка припадає на одиницю площі). Кажуть, що гучність змінилась на 1 бел, якщо енергія звукової хвилі зросла в 10 разів. На практиці застосову­ють децибели — десята частина бела.

• Тембр (наявність коливань кратних частот, обертонів). Музичний звук складається з основної частоти та обертонів, «домішкових» частот (вищі тони, обертони). Ці частоти кратні частоті основно­го тону. Звуки різних музикальних інструментів відрізняються саме тембром.

5. Людина сприймає частоти в діапазоні від 20 Гц до 20 000 Гц (дов­жина хвилі в повітрі 17 мм — 20 м). Коливання з частотою, меншою від 20 Гц, називають інфразвуком, а в діапазоні 20 000-300 000 Гц — ультразвуками. Інфразвукові хвилі ви­никають у найрізноманітніших умовах: при обдуванні вітром споруд, під час руху хвиль моря, людини і тварин, при робо­ті різних механізмів. Ультразвуки створюються за допомогою електричних та магнітних полів.

Запитання

1. Сприйняття звуку людиною відбувається за логарифмічним зако­ном: якщо енергія звукової хвилі збільшується в 1000 разів, то гуч­ність зростає лише в 3 рази. Чому можна стверджувати що при­рода створила нас дуже розумними?
2. Які фізичні характеристики хвилі (період, частота, ампліту­да, швидкість) змінюються при переході з одного середовища в інше?
3. У чому відмінність музичних звуків від шумів?

**3. Звукові явища**

1. Середовище, до якого дійшли коливання, саме стає джерелом ко­ливань (вторинні хвилі) Вторинна хвиля поширюється і в друге середовище, і в перше. Тому звук на межі двох середовищ част­ково відбивається, частково заломлюється.
2. Луна — два або декілька звукових сигналів (прямий та відбитий) від одного джерела, які приходять до спостерігача з різницею у часі.
3. Використання ультразвуку. Ультразвук відрізняється від звичай­них звуків тим, що має значно коротшу довжину хвилі. Ці хвилі легше фокусувати й отримувати вузькоспрямоване випроміню­вання (концентрувати енергію в потрібному напрямку).

• Ехолокація — метод визначення відстані до предметів за часом

запізнення відбитого сигналу, $t=\frac{2s}{ϑ}$.

* Дефектоскопія (ультразвуковий контроль) — знаходження по­шкоджень і порожнин у деталях.
* Ультразвукове різання надтвердих і крихких матеріалів, отворів в алмазі.
* Ультразвукове зварювання, паяння та лудіння.
1. Інфразвукові детектори попереджують про цунамі, шторм, бурю.
2. Акустичний резонанс. Під впливом звукової хвилі можуть від­буватися вимушені коливання систем. При збігу власної часто­ти коливальної системи з частотою звуку можливий акустичний резонанс — збільшення амплітуди вимушених коливань. Резона­
тор — підсилювач коливань (дерев'яний ящик камертону, короб­ки музичних інструментів).

Запитання

1. У чому відмінність звуку, інфразвуку, ультразвуку? У чому поді­бність?
2. Згадайте приклади живих локаторів.
3. Які спільні та відмінні властивості звукових і світлових хвиль?

**4. Екологічні проблеми акустики**

1. Неприємні або небажані звуки називають шумами. На відміну від музичних звуків, шуми — неперіодична послідовність звукових хвиль.
2. Шуми шкідливі для здоров'я людей, зменшують працездатність, викликають глухоту, хвороби (серцево-судинні, психічні, хворо­би ендокринної системи).
3. Джерело шуму — всі види транспорту, працюючі машини і меха­нізми, промислові об'єкти, ліфти, телевізори, приймачі, музичні інструменти, натовп людей і окремі люди. Особливо сильне дже­рело — мотоцикл з відірваним несправним глушником. 1 мото­цикл може розбудити 1000 людей.
4. Експерти визначили, що в індустріально розвинених регіонах середній рівень негативних для середовища шумів збільшується вдвічі.
5. Небезпечні дуже гучні звуки. У середні віки застосовували страту за допомогою дзвону. Приречений помирав від нестерпного болю **у** вухах.
6. Позитивний вплив на організм людини спокійної, ласкавої музи­ки, колискової, звуків струмка, морських хвиль, співу птахів ви­користовується в музичній терапії.

**Довідкові матеріали**

**Рівень шумів та їх вплив на організм**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Джерело шуму** | **Шкала звуку, дБ** | **Вплив** на організм |
| Шелест листя | **10** |  |
| Шепіт на відстані 1 м | **15** |  |
| Цокіт годинника | **30** | Сон |
| Тиха розмова | **40** |  |
| Шум води з-під крану | **45** | Ефективна розумова праця |
| Шум автомобіля на відстані 1 **м** | **60** | Зниження працездатності |
| Шум трамваю, вуличний рух | **70** | Шкідливо для психіки, вегетативної нервової системи, аритмія |
| Крик на відстані 1 м, мопед | **80** |  |
| Пральна машина, мотоцикл із глушником | **85** | Пошкодження слуху, ендокринної та нервової системи |
| Залізничний вагон | **90** |  |
| Фортисимо оркестру | **100** | Агресія, виразкова хвороба, гіпертонія |
| Рок-концерт | **115** |  |
| Відбійний молоток на відстані 1 м | **120** | Пошкодження клітин мозку |
| Постріл | **125** |  |
| Літак на старті | **130** | Межа болю |
| Старт ракети | **150** |  |

**Тема уроку: «Закон всесвітнього тяжіння.**

**Рух штучних супутників.**

**Розрахунок першої космічної швидкості» Етапи уроку:**

1. Чуттєво-естетичний

Байка Ф. Крівіна «Ньютонове яблуко».

**2. Установчо-мотиваційний**

* Що ми знаємо про закон всесвітнього тяжіння? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. **Змістовно-пошуковий**Робота в експертних групах.

* Відкриття закону всесвітнього тяжіння. Залежність сили взаємо­діючих тіл від маси і відстані.
* Гравітаційна стала, її експериментальне визначення та обчис­лення.
* Межі застосування закону всесвітнього тяжіння, його значення.
* Розрахунок першої космічної швидкості. Друга і третя космічні швидкості.
1. **Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання** в **групах.**
2. **Системно-узагальнюючий**

Створення узагальнюючого плаката «Закон всесвітнього тяжіння».

6. **Підсумок уроку**

**Тема уроку: «Імпульс. Закон збереження імпульсу. Реактивний рух. Значення робіт К. Ціолковського, О. Кондратюка, С. Корольова»**

**Етапи уроку:**

**1. Чуттєво-естетичний**

*«Земля* — *колиска людства, але не можна все життя провести в колисці».* (К. Е. Ціолковський)

2. **Установчо-мотиваційний**

. Що ми знаємо про реактивний рух? Метод «мозкової атаки».

• Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в експертних групах. Тематика матеріалів для повторення:

* «2-й і 3-й закони Ньютона. Імпульс. Імпульс сили».
* «Закон збереження імпульсу та межі його застосування».
* « Застосування закону збереження імпульсу до реактивного руху».
* « Значення робіт Ціолковського, Корольова, Кондратюка, Кибальчича».
1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плакату «Закон збереження імпуль­су та його застосування до реактивного руху».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Закони Ньютона»**

**Етапи уроку:**

1. Чуттєво-естетичний

На могилі І. Ньютона зроблено напис: *Тут похований Сер Ісаак Ньютон,*

*Який майже божественною силою свого розуму Вперше пояснив*

*За допомогою свого математичного методу Рух і форми планет.*

*Шляхи комет, припливи і відпливи океану... Нехай смертні радіють, що серед них Жила така окраса людського роду.*

2. Установчо-мотиваційний

• Що ми знаємо про закони руху? Метод «мозкової атаки.»

. Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Тематика матеріалів для повторення:

• «1-й закон Ньютона. Явище інерції. Інерціальні системи відліку».
. «2-й закон Ньютона. Інертність. Маса. Сила. Рівнодійна сил».

• «3-й закон Ньютона. Властивості сил, про які йдеться у 3 законі Ньютона».

• «Межі застосування законів Ньютона. Значення динаміки Нью­тона».

1. Адаптативно-перетворювальний. Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плакату «Закони Ньютона».

6. Підсумок уроку.

**Тема уроку: «Кристали та аморфні тіла. Поняття про рідкі кристали» Етапи уроку:**

1. Чуттєво-естетичний
2. Установчо-мотиваційнйй
* Що ми знаємо про тверді тіла? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Тематика матеріалів для повторення:

* «Кристалічні тіла. Монокристали та полікристали. Будова та влас­тивості кристалів. Анізотропія».
* «Аморфні тіла. Будова та властивості. Ізотропія».
* «Рідкі кристали: нематичні, смектичні, холестеричні. Будова, властивості».
* « Застосування кристалів, аморфних тіл та рідких кристалів у на­уці і техніці».
1. Адаптативно-перетворювальний. Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плакату «Кристали, аморфні тіла та рідкі кристали».

6. Підсумок уроку.

**Тема уроку: «Принцип дії теплових двигунів.**

**ККД теплових двигунів. Роль теплових двигунів у господарстві. Проблеми захисту навколишнього середовища від забруднення» Етапи уроку: 1. Чуттєво-естетичний**

У1986 році стався вибух на ЧАЕС. Сьогодні вона закрита. Енерге­тика країни перебуває у важкому стані. Скорочена програма розвитку АС, виникла необхідність у збільшенні потужностей ТЕС. - Сьогодні їх в Україні 70 %.

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про теплові двигуни? Метод мозкової атаки.
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

* «Принцип дії теплових двигунів».
* «ККД теплових двигунів та шляхи його збільшення».
* «Види теплових двигунів, їх використання та охорона навколиш­нього середовища».
* «Екологічні проблеми Криму (теплові електростанції та альтернативні джерела відновлюваної енергії)».
1. Адаптативно-перетворювальний. Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий.

Створення узагальнюючого плаката «Теплові двигуни та пробле­ми захисту навколишнього середовища».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Температура та її фізичний зміст. Вимірювання**

**температури. Температурні шкали» Етапи уроку:**

1. Чуттєво-естетичний
2. Установчо-мотиваційний
* Що ми знаємо про температуру? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

* «Температура і теплова рівновага».
* « Фізичний зміст температури ».

. «Абсолютна шкала температур. Інші температурні шкали».

• « Вимірювання температури ».

1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Температура».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Електричний струм у напівпровідниках. Залежність опору напівпровідників від температури та освітленості. Застосування напівпровідників у техніці»**

**Етапи уроку:**

**1. Чуттєво-естетичний**

Контроль за температурою (теплове забруднення води відходами виробництва), контроль за станом повітря (залізобетонні заводи), комп'ютер, телевізор, радіотехніка...

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про напівпровідники? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. **Змістовно-пошуковий**

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

* «Напівпровідники. Власна провідність».
* «Домішкова провідність напівпровідників ».
* «Електричний струм через р-я-контакт. Діод».
* «Залежність опору напівпровідників від температури та освітле­ності. Застосування напівпровідників».
1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Напівпровідники».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Поверхневий натяг. Капілярні явища. Явища змочування і капілярності у природі і техніці» Етапи уроку: 1. Чуттєво-естетичний**

К. Е. Ціолковський «Мрії про Землю і небо»: «Вода з графину від поштовхів виливалась і летіла у вигляді нестійкої кулі, а потім роз­бивалась від ударів на краплини і, нарешті, прилипала і розповза­лась по стіні».

Г. Бовін «Дети Земли»: «Спочатку відсутність тяжіння створюва­ла безліч незручностей. Вмиватися можна було тільки за допомогою губки. Вода, залишена в нещільно закритій посудині, виливалася че­рез край, розтікалась куди потрапить. її краплини збирались у рай­дужні кульки, які плавно рухались у повітрі, неначе мильні буль­башки. Зустріч з ними не віщувала нічого доброго: вода моменталь­но вбиралася одягом».

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про сили поверхневого натягу? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Тематика матеріалів для повторення:

* «Сила поверхневого натягу. Коефіцієнт поверхневого натягу».
* «Методи визначення коефіцієнта поверхневого натягу (метод від­риву каплі, метод відриву кільця, метод відриву петлі)».
* «Змочування і незмочування. Висота підняття рідини у капілярі».
* «Явище змочування і незмочування у природі і техніці».
1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Сили поверхневого натягу».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Випаровування рідин. Насичуюча і ненасичуюча пара. Тиск насичуючої пари. Вологість повітря та її вимірювання»**

**Етапи уроку:** 1. Чуттєво-естетичний

Ф. Кривин «Вода живет»

Вода живет. То дождь она, то снег,

То лед, когда уснет, устав журчать и литься,

То распахнет себя, подоби о птице,

Чтоб душу подарить небесной синеве.

И гладь она, и ширь, и высота,

Волна и глубина, кипенье и прохлада,

И тишина, и грохот водопада.

Всегда и та, и будто бы не та.

В ней и беда, и средство от беды,

Вода то тверже льда, то призрачнее пара.

Реальность и мечты...

Да, все-таки недаром

Мы на четыре пятых из воды!

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про взаємні перетворення рідини і пари? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. **Змістовно-пошуковий**

Робота в групах. Тематика матеріалів для повторення:

* «Випаровування рідин. Насичуюча і ненасичуюча пара. Динаміч­на рівновага між рідиною та її парою».
* «Залежність тиску насичуючої пари від температури та об'єму. Порівняння з відповідними характеристиками ідеального газу.
* «Вологість повітря, величини, що її характеризують. Точка роси. Вимірювання вологості.
* «Значення вологості в житті людини і живої природи.
1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. **Системно-узагальнюючий**

Створення узагальнюючого плаката «Взаємні перетворення рі­дини і пари».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Генератор змінного струму. Трансформатор.**

**Передача електроенергії на відстань. Проблеми екології та розвитку енергетики в Україні»**

**Етапи уроку: 1**. **Чуттєво-естетичний**

Рівень розвитку цивілізації визначається:

* кількістю спожитої електроенергії;
* станом навколишнього середовища і здоров'ям людей.

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про виробництво і передачу електроенергії? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

* «Змінний струм — це вимушені коливання. Модель генератора струму. Промисловий індукційний генератор».
* «Потреба в зміні напруги. Трансформатори. Будова і принцип дії трансформатора».
* «Робота трансформатора в режимі холостого ходу і в режимі з на­вантаженням. ККД трансформатора».

. «Передача електроенергії на відстань. Втрати електроенергії та шляхи їх зменшення.

• Екологічні проблеми енергоенергетики Криму.

1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Виробництво і передача електроенергії».

6. Підсумок уроку

**Тема уроку: «Шкала електромагнітних хвиль. Застосування інфрачервоного, ультрафіолетового та рентгенівського випромінювання»**

1. Чуттєво-естетичний
2. Установчо-мотиваційний
* Що ми знаємо про електромагнітні хвилі? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. У даному випадку матеріали підготовлені вчителем.

Тематика матеріалів для повторення:

* «Загальні властивості електромагнітних хвиль »*.*
* «Інфрачервоне випромінювання. Фізична природа, джерела, влас­тивості, застосування».
* «Рентгенівське випромінювання. Фізична природа, джерела, влас­тивості, застосування».

\* «Інфрачервоне випромінювання. Фізична природа, джерела, влас­тивості, застосування».

1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Шкала електромагнітних хвиль».

6. Підсумок уроку.

**Тема уроку: «Коливальний рух. Гармонічні**

**коливання. Зміщення, амплітуда, період, частота, фаза коливань»**

Етапи уроку:

1. Чуттєво-естетичний

Природа наповнена найрізноманітнішими коливаннями, різно­манітні хвилі пронизують навколишній світ:

* биття серця;
* рух Землі;
* морські припливи і відливи;
* світло, звук, радіохвилі.

2. Установчо-мотиваційний

* Що ми знаємо про коливальний рух? Метод «мозкової атаки».
* Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

3. Змістовно-пошуковий

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

• «Коливальний рух. Гармонічні коливання. Зміщення, ампліту­да, період, частота, фаза коливань».

. «Кінематика коливального руху».

. «Динаміка гармонічного руху».

. «Закони збереження в гармонічних коливаннях».

1. Адаптативно-перетворювальний
Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий.

Створення узагальнюючого плаката «Гармонічні коливання».

6. **Підсумок уроку**

**Тема уроку: «Електромагнітні хвилі, їх випромінювання.**

**Принципи сучасного радіозв'язку»**

Етапи уроку:

**1. Чуттєво-естетичний**

Сьогодні в Україні:

* створена єдина автоматизована система зв'язку;
* міжміський телефонний зв'язок здійснюється через радіорелей­ні лінії та супутники зв'язку;
* впроваджено супутниковий телевізійний зв'язок;
* розроблено найновіші види зв'язку (електронна пошта, факсиміль­ний зв'язок, комп'ютерні мережі, мобільний зв'язок).

2. **Установчо-мотиваційний**

Що **ми** знаємо про електромагнітні хвилі? Метод «мозкової атаки». Поділ теми на смислові блоки. Формулювання завдання для груп.

**3. Змістовно-пошуковий**

Робота в групах. Матеріали для повторення готує кожен учень за­здалегідь. Тематика матеріалів для повторення:

* «Електромагнітна хвиля та її випромінювання».
* «Амплітудна модуляція».
* «Демодуляція. Найпростіший радіоприймач».
* «Роль Фарадея, Максвелла, Герца, Попова».
1. **Адаптативно-перетворювальний**Взаємонавчання в групах.
2. Системно-узагальнюючий

Створення узагальнюючого плаката «Принципи сучасного радіо­зв'язку» .

**6. Підсумок уроку**