**Херсонський державний університет**

**кафедра фізики та методики її навчання**

Педагогічний проект

на тему

**Реалізація компетентнісного підходу до навчання учнів фізики під час вивчення розділу «Основи термодинаміки» в 10 класі**

Виконавець: студентка 5 курсу, 511 групи

напряму підготовки 6.040203 Фізика\*

Шинкарук В. О.

Керівник проекту: д.п.н. Шарко В.Д.,

к.п.н. Гончаренко Т.Л.

Херсон – 2014 рік

**Вступ**

На сучасному етапі розвитку педагогічної науки та шкільної практики особливого звучання набуває проблема обґрунтування сутності компетентнісного підходу в освіті. Значення цієї проблеми зумовлене тими докорінними змінами, що сталися в системі загальної освіти, де взято курс на гуманізацію і демократизацію, на формування особистості як найвищої цінності суспільства, на її соціалізацію.

В останні роки поняття «компетентність» вийшло на загальнодидактичний і методологічний рівень. Це пов'язано з його системно-практичними функціями й інтеграційною метапредметною роллю в загальній освіті. Посилення уваги до цього поняття обумовлене також рекомендаціями Ради Європи, що стосуються відновлення освіти, її наближення до замовлення соціуму. Необхідність формування школою ключових компетентностей відзначена в концептуальній модернізації вітчизняної освіти.

Більшість вчених тлумачать компетентність як: гармонійне, інтегративне, ключове поєднання знань, умінь та навичок, досвід діяльності; готовність до використання знань, умінь та навичок у практичній діяльності; якість, що сприяє саморозвитку особистості та реалізації її творчого потенціалу; мінімальний досвід використання знань, умінь та навичок.

У Державному стандарті компетентність визначається як набута у процесі навчання інтегрована здатність учня, що складається із знань, умінь, досвіду, цінностей і ставлення, що можуть цілісно реалізовуватися на практиці.

Здатність як індивідуально-психологічна особливість особистості дійсно є умовою успішного виконання певної діяльності. Та компетентність не є лише «індивідуально-психологічною особливістю». Оскільки компетентність характеризує також і певне коло діяльності (причому не тільки практичної), а також певне коло об'єктів (предметів), стосовно яких ця компетентність задається. Тобто компетентність - не тільки індивідуально-психологічна особливість, а й загальна якість, стандартизована для багатьох індивідів, яка вводиться як загальна норма. Крім того, компетентність містить у собі коло реальних об'єктів, стосовно яких вона задається.

Для розподілу загального й індивідуального у змісті компетентнісної освіти треба відрізняти синонімічні поняття «компетенція» та «компетентність».

Компетенція - відчужена, наперед задана соціальна вимога (норма) до освітньої підготовки учня, необхідної для його якісної продуктивної діяльності в певній сфері.

Компетентність - оволодіння, володіння учня відповідною компетенцією, що включає його особистісне ставлення до неї та предмета діяльності. Компетентність - особистісна якість (сукупність якостей) учня, що вже відбулась, і мінімальний досвід діяльності в заданій сфері.

Систему освітніх компетентностей складають:

* предметні - формуються засобами навчальних предметів;
* міжпредметні - належать до групи предметів або освітніх галузей;
* ключові компетентності, які є найбільш універсальними.

Компетентнісна освіта на предметному та міжпредметному рівнях орієнтована на засвоєння особистістю конкретних навчальних результатів - знань, умінь, навичок, формування ставлень, досвіду, рівень засвоєння яких дозволяє їй діяти адекватно у певних навчальних і життєвих ситуаціях.

Ключові компетентності формуються засобами міжпредметного і предметного змісту. Перелік ключових компетентностей визначається на основі цілей загальної середньої освіти та основних видів діяльності учнів, які сприяють оволодінню соціальним досвідом, навичками життя й практичної діяльності в суспільстві.

На підставі міжнародних та національних досліджень в Украйні виокремлено п’ять наскрізних ключових компетентностей:

1. *Уміння вчитися (навчально-пізнавальна*) - передбачає формування індивідуального досвіду участі школяра в навчальному процесі, вміння, бажання організувати свою працю для досягнення успішного результату; оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоаналізу, самоконтролю й самооцінки.

2. *Здоров'язбережувальна компетентністъ* - пов'язана з готовністю вести здоровий спосіб життя у фізичній, соціальній, психічній та духовній сферах.

3. *Соціально-трудова (кооперативна) компетентністъ* - пов'язана з готовністю робити свідомий вибір, орієнтуватися в проблемах сучасного суспільно-політичного життя; оволодіння етикою громадянських стосунків, навичками соціальної активності, функціональної грамотності; умінням організувати власну трудову та підприємницьку діяльності; оцінити власні професійні можливості, здатність співвідносити їх із потребами ринку праці.

4. *Загальнокультурна (комунікативна) компетентність* – передбачає опанування спілкуванням у сфері культурних, мовних, релігійних відносин; здатність цінувати найважливіші досягнення національної, європейської та світової культур.

5. *Інформаційна компетентність* - передбачає оволодіння новими інформаційними технологіями, уміннями відбирати, аналізувати, оцінювати інформацію, систематизувати; використовувати джерела інформації для власного розвитку.

Розвиток основних компетентностей учнів на уроках фізики під час вивчення розділу «Основи термодинаміки» в 10 класі буде проводитись на основі розвитку предметної компетентності.

*Предметна (фізична) компетентністъ* - структурований комплекс якостей особистості, що забезпечує здатність учня здійснювати основні види діяльності, пов’язані з засвоєнням, розумінням і застосуванням нових знань з фізики.

***Складові фізичної компетентності:***

1. *Теоретична компетентність*, пов’язана з засвоєнням і застосуванням знань.

Когнітивний компонент включає: знання про фізику як науку та методи пізнання фізичних явищ; знання елементів фізичних знань, що розкриваються в курсі ШКФ (фізичне поняття, фізична величина, фізичний закон, фізична теорія, фізичний прилад, фізичний дослід, технічний пристрій, фізична картина світу); знання структури узагальнених планів характеристики елементів фізичних знань, а також алгоритмів виконання основних розумових дій; знання особливостей процесів прогнозування, моделювання, передбачення, проектування; знання способів кодування фізичної інформації, рівнів і способів узагальнення й систематизації навчального матеріалу; розуміння світоглядного значення фізики як науки про природу; знання можливих сфер застосування набутих знань, а також ситуацій, у яких вони можуть знадобитись.

Діяльнісний компонент передбачає наявність в учнів певних умінь. У випадку засвоєння теоретичного матеріалу це: уміння структурувати фізичний матеріал; уміння перекодовувати фізичну інформацію; уміння давати визначення фізичних понять шляхом підведення видового під родове; уміння систематизувати інформацію на рівні фізичних понять, фізичних величин, фізичних законів, фізичних теорій, фізичної картини світу та характеризувати кожний елемент фізичних знань, користуючись узагальненими планами; уміння застосовувати математичні, хімічні та інші знання під час аналізу фізичних явищ і процесів; уміння застосовувати одержані теоретичні знання для розв’язування різних типів фізичних задач; уміння висловлювати гіпотезу, планувати шляхи їх підтвердження або спростування; уміння формулювати висновки; уміння прогнозувати наслідки, моделювати ситуації, передбачати події, проектувати діяльність; уміння пояснювати природні і побутові ситуації з позицій набутих знань; уміння застосовувати знання в стандартних і нестандартних умовах; уміння обґрунтовувати вибір плану вирішення проблеми.

Особистісний компонент включає: інтерес до вивчення теоретичного матеріалу як виду діяльності; пізнавальну активність; здатність до рефлексії результатів вивчення теоретичного матеріалу і готовність до цього виду навчально-пізнавальної діяльності; наявність цінностей, які включають: а) знання як цінність; б) значущість для подальшого життя досвіду інтелектуальної діяльності з набуття і застосування фізичних знань; в) творчість як рушійну силу самоствердження і успіху людини в житті.

1. *Експериментальна компетентність.*

Когнітивний компонент - знання про специфіку експериментального методу пізнання фізичних явищ; знання про види фізичного експерименту, знання про логіку побудови експериментального дослідження; знання про правила користування фізичними приладами; знання про похибки вимірювання, їх види та способи обчислення; знання про правила округлення значень фізичних величин, знання про типи лабораторних робіт з фізики; знання про можливі види залежностей між фізичними величинами; знання про способи презентації даних фізичного експерименту; знання про експериментальні задачі та способи їх розв'язування; знання можливостей комп’ютера у проведенні фізичного експерименту та обробці одержаних результатів.

Діяльнісний компонент експериментальної компетентності включає: уміння проводити спостереження; уміння обирати об'єкт для спостереження; уміння планувати експеримент; уміння проектувати систему експерименту; уміння підбирати необхідне обладнання; уміння налаштовувати установку для експерименту; уміння знімати покази з фізичних приладів; уміння знаходити абсолютну похибку при вимірюванні; уміння за виміряними даними робити необхідні обчислення; уміння оформляти результати фізичного експерименту, аналізувати їх та визначати тип залежності між досліджуваними фізичними величинами; уміння графічно інтерпретувати знайдену залежність; уміння прогнозувати результати досліду; уміння усувати недоліки в експерименті та їх причину; уміння робити висновки; уміння застосовувати комп’ютер як універсальний засіб моделювання, проведення, обробки та візуалізації результатів фізичного експерименту.

Особистісний компонент експериментальної компетентності включає: інтерес до фізичного експерименту як виду діяльності; готовність до його виконання; самоконтроль, самооцінка і самоаналіз отриманих результатів експерименту та процесу його проектування, підготовки і виконання; розуміння цінності експериментального підходу до дослідження природних явищ.

1. *Компетентність з розв'язування фізичних задач.*

Когнітивний компонент «задачної» компетентності включає: знання про те, що таке фізична задача та види фізичних задач; знання про можливі способи розв'язування фізичних задач різних типів; знання вимог до оформлення скороченого запису умови задачі, проведення аналізу умови задачі та алгоритми розв'язування фізичних задач різних типів; знання сутності математичної і фізичної моделей задачі; знання правил побудови схем і малюнків до задачі; знання правил оформлення розв'язку фізичної задачі; знання про існування таблиць фізичних констант; знання про систему фізичних одиниць СІ та позасистемні одиниці вимірювання фізичних величин; знання правил обчислень та дій з наближеними числами; знання способів перевірки правильності розв’язування задачі; знання можливостей комп’ютера у розв’язанні фізичних задач.

Діяльнісний компонент задачної компетентності включає: уміння визначати галузь (розділ), до якої відноситься задача; уміння визначати тип задачі; уміння здійснювати скорочений запис умови задачі; уміння аналізувати умову задачі; уміння застосовувати міжпредметні зв’язки з іншими природничими дисциплінами під час аналізу і розв’язування фізичних задач; уміння робити схематичний малюнок до задачі та уміння знаходити дані, яких не вистачає для розв'язання задачі; уміння записати необхідні формули та визначити за їх допомогою невідомі фізичні величини; уміння читати і будувати графіки залежності фізичних величин; уміння робити розрахунки невідомих фізичних величин; уміння здійснювати наближені обчислення; уміння аналізувати отриманий результат з позицій фізичного змісту; уміння знаходити розмірність шуканої величини; уміння шукати декілька способів розв’язування даної задачі; уміння розширювати межі задачної ситуації; уміння складати умови фізичних задач на основі реальних ситуацій; уміння застосовувати комп’ютер під час складання і розв’язування фізичних задач.

Особистісний компонент задачної компетентності включає: інтерес до розв’язування фізичних задач як виду діяльності; розуміння цінності досвіду з розв’язування задач; розуміння, де в житті можна застосувати набуті знання і вміння; рефлексія готовності до розв'язування фізичних задач як виду навчально-пізнавальної діяльності учнів з фізики.

1. *Дослідницька компетентність.*

Когнітивний компонент дослідницької компетнтності включає: знання про циклічну схему наукового пізнання, знання можливих способів дослідження фізичних явищ, знання структури наукового дослідження; знання правил формулювання гіпотези, знання вимог до оформлення і презентації результатів дослідницької діяльності (проекту, винаходу, паспорту сконструйованого і виготовленого приладу); знання правил ведення дискусії; знання можливостей ІКТ у розв’язуванні завдань дослідження.

Діяльнісний компонент дослідницької компетентності включає: уміння застосовувати різні схеми дослідження; уміння проектувати, моделювати і конструювати об'єкти, що досліджуються; уміння прогнозувати результати досліджень; уміння визначити проблему, формулювати мету і завдання дослідження, відбирати метода дослідження, аналізувати отримані результати; уміння оформляти результат дослідницької діяльності; уміння презентувати й обґрунтовувати результати досліджень та відстоювати власну думку; уміння застосовувати комп’ютер як засіб дослідницької діяльності.

Особистісний компонент дослідницької компетентності включає: інтерес до дослідницької діяльності; розуміння цінності досвіду здійснення дослідницької діяльності для науки, суспільства і власного життя; рефлексія результатів дослідницької діяльності.

**Календарно-тематичне планування розділу «Основи термодинаміки»**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Дата прове-дення уроку** | **К-ть год.** | **Зміст навчального матеріалу** | **Державні вимоги до рівня загальноосвітньої підготовки** |
|  | 6 | Внутрішня енергія тіл. Два способи зміни внутрішньої енергії тіла. Перший закон термодинаміки. Робота термодинамічного процесу. Теплові машини. Холодильна машина.  *Лабораторна робота*  Вивчення принципу дії холодильної машини.  *Демонстрації*   1. Залежність між об’ємом, тиском і температурою. 2. Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання роботи. 3. Необоротність теплових процесів. 4. Принцип дії теплового двигуна. 5. Моделі різних видів теплових двигунів. 6. Будова холодильної машини. | Учень:  *називає* винахідників теплових машин; *наводить приклади використання* теплових машин;  *розрізняє* роботу і теплообмін, нагрівник, робоче тіло і охолоджувач;  *формулює* перший закон термодинаміки і *записує* його формулу;  *може* описати будову теплових двигунів, побутового холодильника та *розрізняє* їх основні конструктивні елементи; *обґрунтовувати* необоротність теплових процесів; *характеризувати* зміст понять: внутрішня енергія, кількість теплоти, робота;  *здатний спостерігати* прояви законів термодинаміки у природі; *робити висновок* про можливі шляхи вивільнення, трансформації й використання внутрішньої енергії тіла;  *може розв’язувати задачі* на застосування першого закону термодинаміки; *досліджувати* екологічні проблеми, пов’язані із вивільненням, передачею і використанням теплової енергії в регіоні та оцінювати їх стан. |

**Рекомендовані підручники:**

1. *Кирик Л. А., Гельфгат І. М., Ненашев І. Ю.* Фізика. 10 клас. Питання, задачі, тести.— Х.: Гімназія, 2010.
2. *Кирик Л. А.* Фізика. 10 клас. Різнорівневі самостійні та те­матичні контрольні роботи.— Х.: Гімназія, 2010.
3. *Коршак Є.В.* Фізика 10 клас / Є.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф.Савченко. – К.: Генеза, 2010. – 192 с.

**ПРОЕКТУВАННЯ КОМПЕТЕНТНІСТНО ЗОРІЄНТОВАНОГО НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ НА РІВНІ РОЗДІЛУ**

**Розділ 2. Основи термодинаміки (10 клас)**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** | **Тема уроку**  **(тип уроку)** | **Мета уроку (формування компетентностей)** | **Діяльність** | | **Результат** |
| **Вчителя** | **Учня** |
| 1 | Основи термодина-міки. Внутрішня енергія  *Урок вивчення нового матеріалу* | *Предметна (фізична*):  *теоретична* (ознайомити з розділом термодинаміка, основними поняттями, дати молекулярно-кінетичне трактування поняття внутрішньої енергії, з’ясувати способи її зміни); *експериментальна* (розвивати уміння спостерігати за виконанням досліду, робити висновки); *дослідницька* (розвивати вміння виконувати творчі завдання).  *Ключові*: *навчально-пізнавальна* (розвивати образне та логічне мислення, пам'ять, увагу, виховувати відповідальне ставлення до навчання)*, комунікативна* (здатність цінити досягнення науки), *інформаційна* (вміння знаходити та відтворювати потрібну інформацію). | -Створює сприятливі умови для начального процесу;  -стимулює учнів до сприйняття нового матеріалу;  -демонструє досліди та налаштовує учнів на їх сприймання та розуміння;  -перевіряє якість засвоєння нового матеріалу (фронтальне опитування). | **-**Сприймає новий навчальний матеріал (записує основні поняття та формули, спостерігає за проведенням досліду). | Учень:  -характеризує зміст понять: внутрішня енергія та кількість теплоти;  -розрізняє роботу і теплообмін;  -може обґрунтувати необоротність теплових процесів. |
| 2 | Робота термодина-мічного процесу  *Комбіно-ваний урок* | *Предмета(фізична): теоретична* (розглянути термодинамічне трактування роботи, геометричне тлумачення роботи газу та розкрити фізичний зміст газової сталої); *задачна* (розв’язування задач з даної теми); *дослідницька* (творчі завчання).  *Ключові: навчально-пізнавальна* (засвоєння знань, продуктивна навчально-пізнавальна діяльність, спостережливість, самостійність), *кооперативна* (виховувати вміння працювати в колективі)*, комунікативна* (володіння мовою фізики),  *та інформаційна* (уміння працювати з підручником) | -Створює сприятливі умови для начального процесу;  -стимулює учнів до сприйняття нового матеріалу;  -організовує роботу з підручником;  -перевіряє якість засвоєння нового матеріа-лу (фронтальне опитування, розв’язування задач). | -Сприймає новий навчальний матеріал (працює з підручником, записує основні поняття та формули,). | Учень:  -характеризує зміст поняття робота;  -розв’язує задачі з даної теми та виконую творчі завдання. |
| 3 | Перший закон термодина-міки  *Урок вивчення нового матеріалу* | *Предмета (фізична):*  *теоретична* (сформулювати перший закон термодинаміки, встановити зв'язок між зміною внутрішньої енергії системи, роботою і кількістю теплоти, переданої системі, та розглянути наслідки з першого закону термодинаміки, а саме, застосування закону до ізопроцесів); *дослідницька* (дослідження теми «Відкриття першого закону термодинаміки»).  *Ключові: навчально-пізнавальна* (формувати науковий світогляд та інтерес до вивчення фізики), *кооперативна ( уміння* організувати власну трудову діяльність в колективі)*, комунікативна* (уміння спілкуватися в інформаційному полі фізики)*, інформаційна* (розвивати уміння працювати з підручником, уміння відбирати, аналізувати, оцінювати, перекодувати та систематизувати інформацію).  *Екологічна* (дослідити екологічні проблеми передачі і використання теплової енергії) | -Створює сприятливі умови для начального процесу;  -стимулює учнів до сприйняття нового матеріалу;  -організовує роботу з підручником;  -вчить розв’язувати задачі;  -перевіряє якість засвоєння нового матеріалу (фронтальне опитування, розв’язування задач). | -Сприймає новий навчальний матеріал (працює з підручни-ком, записує основні поняття та формули, розв’язує задачі).  -презентує підготовле-ну доповідь. | Учень:  -формулює перший закон термодинаміки і записує його формулу;  -здатний спостерігати прояви законів термодинаміки у природі;  -робить висновки про можливі шляхи вивільнення, трансформації й використання внутрішньої енергії тіла. |
| 4 | Теплові машини  *Урок вивчення нового матеріалу* | *Предмета (фізична):*  *теоретична* (пояснити фізичний принцип дії теплових двигунів, познайомити з циклом Карно, з’ясувати, що таке ККД теплового двигуна);  *дослідницька* (дослідження теми «Негативний вплив теплових машин на довкілля. Шляхи вирішення цієї проблеми»).  *Міжпредметна* (фізика-екологія),  *Ключові: навчально-пізнавальна* (виховувати відповідальне ставлення до навчання, позитивне ставлення до предмету, розвивати навички використання знань, отриманих на інших уроках)*, здоров’язбережувальна* (вплив теплових машин на здоров’я людини), *кооперативна* (уміння працювати в колективі), *комунікативна* (уміння донести інформацію до слухачів) *та інформаційна* (уміння відбирати, аналізувати, перекодувати та систематизувати інформацію).  *Екологічна* (дослідити екологічні проблеми, пов’язані із вивільненням, передачею і використанням теплової енергії) | -Створює сприятливі умови для навчального процесу;  -стимулює учнів до сприйняття нового матеріалу;  -вчить розв’язувати задачі;  -перевіряє якість засвоєння нового матеріалу (фронтальне опитування, розв’язування задач). | -Сприймає новий навчальний матеріал (записує основні поняття та формули, розв’язує задачі).  -презентує підготовлену доповідь. | Учень:  -називає винахідників теплових машин;  -наводить приклади використання теплових машин;  -розрізняє нагрівник, робоче тіло і охолоджувач;  -може описати будову теплових двигунів, побутового холодильника та розрізняє їх основні конструктивні елементи;  -досліджує екологічні проблеми, пов’язані із вивільненням, передачею і використанням теплової енергії; |
| 5 | Розв’язуван-ня задач. Узагальню-ючий урок  *Урок узагальнен-ня та систематизації знань* | *Предмета (фізична):*  *теоретична* (повторити та систематизувати знання з теми «Основи термодинаміки»);  *задачна* (навчити розв’язувати задачі з даної теми).  *Ключові: навчально-пізнавальна* (опанування змістом уроку, оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоконтролю й самооцінки)*, кооперативна* (вміння працювати в колективі, наполегливість, старанність, спостережливість, самостійність)*, комунікативна* (володіння мовою фізики), *інформаційна* (уміння аналізувати, перекодувати та систематизувати інформацію під час розв’язання задач) | -Створює сприятливі умови для начального процесу;  -стимулює учнів до повторення вивченого матеріалу та роз’язування задач;  -вчить розв’язувати задачі;  -перевіряє якість засвоєння матеріалу (виконання самостійної роботи). | -повторює вивчений матеріал (складає схеми та таблиці);  -розв’язує задачі;  -виконує самостійну роботу. | Учень:  -може розв’язувати задачі (на застосування першого закону термодинаміки), пояснити їх фізичний зміст, застосовувати отриманні знання на практиці. |
| 6 | Тематичне оцінюван-ня з теми «Основи термодина-міки»  *Урок контролю та коригуван-ня знань, умінь та навичок* | *Предметна (фізична):*  *-теоретична* (застосувати отримані знання на практиці);  *-задачна* (навчити застосовувати отримані знання для розв’язування задач з теми).  *Ключова: навчально-пізнавальна* (опанування змістом уроку, оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоаналізу, самоконтролю й самооцінки). | -Створює сприятливі умови для начального процесу;  -стимулює учнів до виконання контрольної роботи;  -перевіряє якість засвоєння матеріалу (відповіді на питання, роз’язування задач). | -Виконує контрольну роботу (описує теоретичні питання, розв’язує задачі). | Учень:  -може обгрунтвати відповіді на контрольні запитання, розв’язувати задачі, застосовувати отриманні знання на практиці. |

**Урок 1**

**Тема:** **Основи термодинаміки. Внутрішня енергія**

**Мета:** формувати компетентності:

1. Предметна (фізична):

- теоретична (ознайомити з розділом термодинаміка, основними поняттями, дати молекулярно-кінетичне трактування поняття внутрішньої енергії, з’ясувати способи її зміни);

- експериментальна (розвивати уміння спостерігати за виконанням досліду, робити висновки);

- дослідницька (розвивати вміння виконувати творчі завдання).

2.Ключові:

*-* навчально-пізнавальну (розвивати образне та логічне мислення, пам'ять, увагу, виховувати відповідальне ставлення до навчання),

- комунікативну (здатність цінити досягнення науки),

- інформаційну (вміння знаходити та відтворювати потрібну інформацію).

**Тип уроку**: урок вивчення нового матеріалу.

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв |  |  |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Фізична: теоретична, ключова: комунікативна |
| 3 | Вивчення нового матеріалу | 35 хв | 1. Внутрішня енергія – бесіда; 2. Два способи зміни внутрішньої енергії – пояснення; 3. Способи зміни внутрішньої енергії – демонстрації. | Фізична: теоретична, експериментальна; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна, інформаційна |
| 4 | Закріплення вивченого матеріалу | 6 хв | Бліц-опитування | Фізична: теоретична; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна, інформаційна |
| 5 | Домашнє завдання | 2 хв | Пояснення | Фізична: дослідницька;  ключова: комунікативна |

**Хід уроку**

1. **Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку*

1. **Мотивація, постановка мети та задач уроку**

Ми переходимо до вивчення наступного розділу « Основи термодинаміки». Мета нашого уроку – ознайомитись з розділом термодинаміка, визначити основні поняття, якими ми будемо користуватись при вивченні цього розділу, та з’ясувати природні закономірності, які вивчаються даним розділом фізики.

1. **Вивчення нового матеріалу**

Термодинаміка – розділ фізики, який вивчає загальні властивості макроскопічних систем, що перебувають у стані термодинамічної рівноваги. Термодинаміка вивчає найбільш загальні закономірності перетворення енергії, але не розглядає молекулярної будови речовини.

Будь-яка система, що складається з великої кількості частинок – атомів, молекул, іонів та електронів, які здійснюють хаотичний тепловий рух і при взаємодії між собою обмінюються енергією, називається термодинамічною системою. Такими системами є гази, рідини й тверді тіла. Стан термодинамічної системи визначається її внутрішніми параметрами. Так, тепловий стан тіла, який характеризується температурою, тісно пов'язаний зі швидкістю руху атомів і молекул – чим більша швидкість їх руху, тим вища температура тіла.

Внутрішній стан будь-якого тіла досить важко визначити через параметри руху мікрочастинок, оскільки їх дуже багато. Тому, щоб спростити опис стану термодинамічної системи, його пов’язують з фізичними величинами, які характеризують тіло загалом, незалежно від його молекулярної будови.

Як ви вважаєте, що це за величини? (маса, об’єм, густина, тиск, температура тощо).

Фактично вони є усередненими значеннями цих фізичних величин упродовж тривалого часу.

Температура – один з основних параметрів термодинамічної системи, що характеризує стан її теплової, або термодинамічної, рівноваги. Суть цього поняття пояснюється перебігом теплових явищ і процесів. Із часом у термодинамічних системах у наслідок теплообміну настає стан термодинамічної рівноваги, коли температури всіх тіл стають однаковими й теплообмін між ними припиняється.

Наведіть приклади термодинамічних систем у яких з часом настає стан термодинамічної рівноваги. (теплообмін шматочка льоду в склянці води).

Перехід термодинамічної системи з одного стану в інший, коли параметри системи – тиск, об’єм, температура, густина – з часом змінюються, називається термодинамічним процесом.

Наведіть приклади термодинамічних процесів. (зміна макропараметрів газу в циліндрі).

Будь-яке макроскопічне тіло має енергію. Ми вже раніше знайомились з поняттям енергії. Давайте згадаємо, що таке енергія, закон збереження енергії та її види.

Що таке енергія? (енергія – це [скалярна фізична величина](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D0%B0%D0%BB%D1%8F%D1%80), загальна кількісна міра [руху](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D1%83%D1%85_(%D0%BC%D0%B5%D1%85%D0%B0%D0%BD%D1%96%D0%BA%D0%B0)) і [взаємодії](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B7%D0%B0%D1%94%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D1%96%D1%8F) всіх видів [матерії](http://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D1%82%D0%B5%D1%80%D1%96%D1%8F_(%D1%84%D1%96%D0%B7%D0%B8%D0%BA%D0%B0)).)

Закон збереження енергії: енергія не виникає і не зникає, вона тільки перетворюється з одного виду в інший і передається від одного тіла до іншого в рівних кількостях.

Які існують види енергії? (механічна енергія: потенціальна і кінетична; внутрішня; електромагнітна; хімічна; світлова; ядерна, або атомна)

Яку енергію називають кінетичною, а яку потенціальною? (кінетична – це енергія рухомого тіла; потенціальна – це енергія взаємодії тіл або частинок тіла)

Будь-яке макроскопічне тіло має енергію, яка зумовлена його мікростаном. Ця енергія називається внутрішньою (позначається U). Вона дорівнює енергії всіх мікрочастинок речовини, з яких складається тіло. Так, внутрішня енергія ідеального газу складається з кінетичної енергії всіх його молекул, оскільки їхньою взаємодією можна знехтувати. У реальних газів, рідин і твердих тіл внутрішня енергія складається з кінетичної енергії теплового руху мікрочастинок і потенціальної енергії їхньої взаємодії.

Отже, внутрішня енергія – це сума кінетичної енергії хаотичного (теплового) руху всіх частинок, що входять до складу тіла, і потенціальної енергії їх взаємодії одна з одною.

Щоб змінити внутрішню енергію тіла, треба фактично змінити кінетичну енергію теплового руху мікрочастинок, або потенціальну енергію їхньої взаємодії (або і ту і іншу разом).

Наведіть приклади, як можна змінити внутрішню енергію? (нагрівання й охолодження; плавлення і кристалізація; випаровування й конденсація; хімічні та ядерні реакції)

Внутрішня енергія тіла змінюється, якщо змінюється швидкість руху молекул? А як можна змінити цю швидкість?

*Давайте виконаємо такий дослід.*

*На підставці закріплено пробірку, в яку налили трохи ефіру і щільно закрили пробкою. Пробірку обвиваємо канатом і швидко рухаємо то в один, то в інший бік.* Як ви гадаєте, що буде відбуватися? *Через деякий час спостерігаємо: ефір закипів і його пара виштовхує пробку.* Чи змінилася внутрішня енергія газу? (так, збільшилася, адже він нагрівся і навіть закипів) В результаті чого збільшилася внутрішня енергія? (в результаті роботи, виконаної при натиранні пробірки канатом)

Тіла нагріваються також при ударах, розгинанні і згинанні, взагалі при деформації. В усіх цих випадках внаслідок виконаної роботи збільшується внутрішня енергія тіл.

Отже внутрішню енергію тіла можна збільшити, виконуючи над ним роботу.

А якщо виконує роботу саме тіло, то його внутрішня енергія при цьому зменшується.

*Це можна спостерігати на такому досліді.*

*В товстостінну скляну посудину, закриту пробкою, через спеціальний отвір накачують повітря.* Як ви гадаєте, що буде відбуватися? *Через деякий час пробка вискакує з посудини.* Як ви вважаєте, чому? (накачуючи повітря ми збільшували тиск в посудині, і коли внутрішній тиск повітря перевищив зовнішній – пробка вискочила) *В той момент, коли пробка вискочила, у посудині з’явився туман.* Що це означає? (повітря в посудині стало холодніше (згадайте, що й на дворі туман з’являється під час похолодання))

Стиснуте повітря, що знаходиться в посудині, виштовхуючи пробку, виконує роботу своєю внутрішньою енергією, яка при цьому зменшується; про її зменшення ми дізналися по охолодженню повітря в посудині.

Відомо, що внутрішню енергію тіла можна змінити й іншими способами, не виконуючи роботу. Так, нагріваються чайник з водою, металева ложка опущена в склянку з гарячим чаєм, дах будинку, освітлюваний промінням сонця, та ін. У всіх цих випадках теж підвищується температура тіл, а отже, збільшується і їх внутрішня енергія. Як пояснити її збільшення?

Як, наприклад, нагрівається холодна металева ложка, опущена в гарячий чай? (кінетична енергія гарячої води більша за кінетичну енергію частинок холодного металу. В тих місцях де ложка стикається з водою, частинки гарячої води передають частину своєї кінетичної енергії частинкам холодного металу. Тому енергія частинок води в середньому зменшується, а енергія частинок металу збільшується. Із зміною кінетичної енергії частинок змінюється і внутрішня енергія тіл. Відбувається теплопередача.)

Отже, внутрішню енергію тіла можна змінити двома способами: виконанням роботи або теплопередачею.

Зміна внутрішньої енергії може відбуватися за рахунок наданої чи отриманої тілом теплоти або в наслідок виконання роботи: .

Якщо відбувається лише теплообмін, то кількість теплоти, надана тілу чи отримана ним, повністю іде на зміну його внутрішньої енергії, зокрема кінетичної енергії атомів і молекул: .

Зміна внутрішньої енергії тіла внаслідок виконання механічної роботи (без теплообміну) дорівнює значенню цієї роботи: .

1. **Закріплення вивченого матеріалу**

Давайте повторимо те, про що ми дізнались на уроці.

1. Що таке термодинаміка?
2. Що таке термодинамічна рівновага системи? Наведіть приклад.
3. Що таке внутрішня енергія тіла?
4. Назвіть способи зміни внутрішньої енергії. Наведіть приклад.
5. **Домашнє завдання**

Параграфи 52, 53 – опрацювати. (Є.В. Коршак)

Завдання

Покладіть монету на дерев’яну дошку. Притисніть монету до дошки і швидко рухайте її. Скільки разів треба пересувати монету, щоб вона стала теплою? Гарячою? Зробіть висновок про зв'язок між виконаною роботою і збільшенням внутрішньої енергії тіла.

**Урок 2**

**Тема:** **Робота термодинамічного процесу**

**Мета:** формувати компетентності:

1. Предмету (фізична):

-теоретичну (розглянути термодинамічне трактування роботи, геометричне тлумачення роботи газу та розкрити фізичний зміст газової сталої);

-задачну (розв’язування задач з даної теми);

-дослідницьку (творчі завчання).

2. Ключові: *навчально-пізнавальна* (засвоєння знань, продуктивна навчально-пізнавальна діяльність, спостережливість, самостійність), *кооперативна* (виховувати вміння працювати в колективі)*, комунікативна* (володіння мовою фізики),  *та інформаційна* (уміння працювати з підручником).

.

**Тип уроку**: комбінований.

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв | Перевірка домашнього завдання | Ключові: комунікативна, кооперативна |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Ключова: комунікативна;  фізична: теоретична |
| 3 | Актуалізація опорних знань | 4 хв | Бесіда за запитаннями | Фізична: теоретична; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна |
| 4 | Вивчення нового матеріалу | 20 хв | 1. Обчислення роботи в ізобарному процесі – бесіда, робота з підручником, ілюстрації або схематичні рисунки; 2. Геометричне тлумачення роботи газу – пояснення, ілюстрація; 3. Фізичний зміст газової сталої – пояснення на основі розв’язаної задачі. | Фізична: теоретична, розв’язування задач; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна, інформаційна |
| 5 | Розв’язування задач | 15 хв | Робота в групах, зображення схематичних рисунків до задач. | Фізична: задачна,  ключові: навчально-пізнавальна, кооперативна, комунікативна, інформаційна компетентності |
| 6 | Закріплення вивченого матеріалу | 2 хв | Бліц-опитування | Фізична: теоретична; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна |
| 7 | Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів | 1 хв |  | Ключова: комунікативна |
| 8 | Домашнє завдання | 1 хв | Пояснення | Фізична: дослідницька;  ключова: комунікативна |

**Хід уроку**

1. **Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку. Перевірка домашнього завдання.*

1. **Мотивація, постановка мети та задач уроку**

Ми продовжуємо вивчати розділ «Основи термодинаміки». Сьогодні на уроці ми розглянемо термодинамічну роботу. Ви вже знайомі з поняттям робота, тому завданням нашого уроку буде з’ясувати, яке трактування поняття роботи в термодинаміці.

1. **Актуалізація опорних знань**
2. Що називають термодинамічною системою?
3. Що називають термодинамічним процесом?
4. Які фізичні величини характеризують термодинамічні процеси?
5. Що таке внутрішня енергія тіла?
6. Назвіть способи зміни внутрішньої енергії?
7. **Вивчення нового матеріалу**

Обчислення виконаної роботи в термодинаміці пов’язують з макропараметрами системи. Термодинамічна робота виконується тілами при зміні їхнього об’єму. Оскільки тверді й рідкі тіла при нагріванні розширюються незначною мірою, то і незначною є і виконувана ними термодинамічна робота. Роботу в термодинаміці може виконувати лише газ, який значно змінює свій об’єм при нагріванні.

*Відкрийте підручники на сторінці 175. Розгляньте малюнок 5.3, робимо схематичний малюнок до пояснень в зошитах*.

Розглянемо газ, який міститься в циліндрі під поршнем площею S. Нехай на газ діє поршень, змушуючи його стискатись. Під дією сили F поршень зміщується вниз на висоту , виконуючи роботу (напрям дії сили збігається з напрямом переміщення, тому ). Якщо переміщення поршня буде незначним, то тиск газу можна вважати незмінним (). Ураховуючи, що за третім законом Ньютона сила за модулем дорівнює силі тиску газу , а – це зміна обєму газу, маємо: .

Оскільки , отже, , то робота зовнішніх сил над газом дорівнюватиме: .

Якщо під дією сили тиску газ розширюється, тобто сам виконує роботу , то її значення також дорівнює . Виконана газом робота додатна, оскільки і : .

При незначних змінах об’єму й сталому тиску формули і справедливі не лише для газів, а й для інших термодинамічних систем. Оскільки зміна обєму за сталого тиску супроводжується зміною температури тіла, то можна зробити висновок, що виконання роботи в термодинаміці викликає зміну стану тіла, адже змінюється його температура і об’єм.

Розглянемо геометричне тлумачення роботи газу. Роботі газу для випадку постійного тиску можна дати просте геометричне тлумачення.

В ізобарному процесі роботу розширення газу можна обчислити на діаграмі як площу прямокутника.

Здійснена газом робота чисельно дорівнює площі фігури під графіком, обмеженої графіком залежності від , вісю і ординатами кінцевого та початкового стану.

Розв’яжемо таку задачу: азот масою 280 г нагріли за постійного тиску на 100˚С. Обчислимо роботу газу в процесі розширення.

, , звідси і

Тоді

Підставляючи числові значення, дістаємо: .

Якщо прийняти, що , а , то , тобто універсальна газова стала має значення роботи, яку здійснює один кіломоль газу в процесі ізобарної зміни температури на 1К.

Таке тлумачення відповідає раніше встановленому його найменуванню: .

1. **Розв’язування задач**
2. Чому гази в процесі стискання нагріваються?
3. Унаслідок розширення стисненого повітря у вакуумі його тем­пература знижується. Чому?

*Розв’яжемо біля дошки таку задачу*: Обчисліть роботу розширення 20 л газу в процесі ізобарного нагрівання від 27 ˚С до 120 ˚С. тиск газу – 80 кПа.

*Клас ділимо на три групи, кожна з яких виконує відповідну задачу. По закінченню, один учень із групи доповідає біля дошки.*

* + - 1. Яку роботу може здійснити водень масою 6 г унаслідок ізобарного підвищення температури на 60 К?
      2. Яку роботу здійснює газ у кількості 5 моль у процесі ізобарного підвищення температури на 100 К?
      3. Газ у процесі розширення від об’єму 2· до 6· здійснив роботу 600 Дж. Визначте, за якого тиску протікав процес розширення.

1. **Закріплення вивченого матеріалу**

Давайте повторимо те, про що ми дізнались на уроці.

* + - 1. Чому дорівнює робота в ізохорному процесі?
      2. Які знаки роботи газу в процесі його ізобарного розширення і стискання?
      3. Які знаки роботи зовнішніх сил в процесі ізобарного розширення і стискання газу?
      4. Яку роботу здійснює 1 кмоль газу в процесі ізобарної зміни температури на 1 К?

1. **Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів**
2. **Домашнє завдання**

Параграф 54 – опрацювати (Є.В. Коршак). Задача № 4 на ст. 180.

Підготувати доповідь на тему «Відкриття першого закону термодинаміки»

**Урок 3**

**Тема:** **Перший закон термодинаміки**

**Мета:** формувати компетентності:

1. Предметну (фізична):

- теоретичну (сформулювати перший закон термодинаміки, встановити зв'язок між зміною внутрішньої енергії системи, роботою і кількістю теплоти, переданої системі, та розглянути наслідки з першого закону термодинаміки, а саме, застосування закону до ізопроцесів);

- дослідницьку (дослідження теми «Відкриття першого закону термодинаміки»).

2. Ключові: *навчально-пізнавальна* (формувати науковий світогляд та інтерес до вивчення фізики), *кооперативна* (умінняорганізувати власну трудову діяльність в колективі)*, комунікативна* (уміння спілкуватися в інформаційному полі фізики)*, інформаційна* (розвивати уміння працювати з підручником, уміння відбирати, аналізувати, оцінювати, перекодувати та систематизувати інформацію).

3. *Екологічну* (дослідити екологічні проблеми, пов’язані із вивільненням, передачею і використанням теплової енергії)

**Тип уроку**: урок вивчення нового матеріалу

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв | Перевірка домашнього завдання | Ключові: комунікативна, кооперативна |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Ключова: комунікативна |
| 3 | Актуалізація опорних знань | 4 хв | Бесіда за запитаннями | Навчально-пізнавальна та комунікативна компетентності |
| 4 | Вивчення нового матеріалу | 35 хв | 1. Перший закон термодинаміки – пояснення, робота з підручником, бесіда; 2. Відкриття першого закону термодинаміки – доповідь учнів; 3. Застосування першого закону термодинаміки до різних ізопроцесів у газі – бесіда, робота з таблицею. | Фізична: теоретична, дослідницька ключові: навчально-пізнавальна, кооперативна, комунікативна, інформаційна,  Екологічна |
| 5 | Закріплення вивченого матеріалу | 2 хв | Бліц-опитування | Фізична: теоретична; ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна |
| 6 | Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів | 1 хв |  | Ключова: комунікативна |
| 7 | Домашнє завдання | 1 хв | Пояснення | Фізична: дослідницька;  ключова: комунікативна |

**Хід уроку**

1. **Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку. Перевірка домашнього завдання.*

1. **Мотивація, постановка мети та задач уроку**

Тема нашого уроку: Перший закон термодинаміки. На сьогоднішньому уроці ми з вами сформулюємо перший закон термодинаміки, встановимо зв'язок між зміною внутрішньої енергії системи, роботою і кількістю теплоти, переданої системі, та розглянемо наслідки з першого закону термодинаміки, а саме, застосування закону до ізопроцесів.

1. **Актуалізація опорних знань, умінь і навичок**

На минулих уроках ми розглядали зміну внутрішньої енергії системи, роботу і кількість теплоти, переданої системі, вивчали також ізопроцеси. Давайте згадаємо:

1. Що таке внутрішня енергія тіла.
2. Назвіть способи зміни внутрішньої енергії та запишіть формулу для визначення зміни внутрішньої енергії.
3. Виведіть формулу для визначення роботи ідеального газу.
4. Які ізопроцеси ви знаєте?
5. Охарактеризуйте кожен із процесів.
6. Вивчення нового матеріалу

Те, що внутрішню енергію системи можна змінити двома способами – завдяки виконанню роботи або в наслідок теплопередачі, спонукало вчених шукати співвідношення між цими величинами. Спочатку у 1842 р. німецький природодослідник Р. Майєр теоретично встановив, а згодом у 1843 р. англійський вчений Дж. Джоуль експериментальним шляхом виміряв еквівалентність значень кількості теплоти і роботи. За їхніми результатами було зроблено узагальнення щодо збереження енергії в природі: енергія в природі не виникає з нічого і не зникає безслідно; вона лише переходить з однієї форми в іншу.

Пізніше цей фундаментальний закон природи набув логічної форми першого закону термодинаміки: перехід термодинамічної системи з одного стану в інший характеризується зміною її внутрішньої енергії, яка дорівнює сумі роботи зовнішніх сил і кількості теплоти, наданої системі: .

У будь-якому стані тіло має певну внутрішню енергію. Проте неправильно буде стверджувати, що воно має певну кількість теплоти чи роботи. Незалежно від того, яким із цих способів відбувається зміна стану тіла, цей стан однозначно визначає внутрішня енергія. Так, газ може нагрітися за рахунок надання йому певної кількості теплоти або внаслідок виконання зовнішніми силами роботи. Проте не можна однозначно відповісти, завдяки якому процесу – виконанню роботи чи теплопередачі – відбулося нагрівання газу.

Якщо система сама виконує роботу (), то перший закон термодинаміки набуває іншого вигляду: , тобто надання термодинамічній системі певної кількості теплоти спричиняє зміну її внутрішньої енергії або виконання нею роботи, чи того й іншого одночасно.

*Відкрийте підручники на сторінці 177, прочитайте останній абзац параграфу 55, і дайте відповідь на запитання*: Чому Французька академія наук прийняла рішення не розглядати проекти вічних двигунів? (не можна створити машину, яка б необмежено виконувала роботу, не отримуючи енергію ззовні)

*На домашнє завдання вам було підготувати доповідь на тему «Відкриття першого закону термодинаміки». Давайте прослухаємо ваші доповіді.*

*Далі розглянемо наслідки з першого закону термодинаміки, а саме застосування його до ізопроцесів. Накресліть таблицю, яку ми будемо заповнювати підчас вивчення цього питання.*

Застосування першого закону термодинаміки до різних ізопроцесів у газі

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Ізохорний  , | Ізотермічний  , | Ізобарний  , | Адіабатичний |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

*В першому рядку запишемо назву процесу та величини що його характеризують, потім поступово, розглядаючи перший закон термодинаміки для кожного із процесів, заповнимо кожну колонку.*

*Ізохорний процес.* У тому випадку, якщо газ нагрівається або остигає за незмінного об’єму (), він не рухає поршень (), тобто не здійснює роботи ().

Отже, внутрішня енергія газу змінюється лише за допомогою теплопередачі. З першого закону термодинаміки випливає, що в цьому випадку .

В ізохорному процесі внутрішня енергія змінюється лише внаслідок теплообміну.

Причому збільшення тиску вимагає надходження теплоти, зменшення тиску – віддачі теплоти.

В ізотермічному процесі () зміна температури дорівнює нулю: .

Оскільки внутрішня енергія ідеального газу залежить лише від температури, то в ізотермічному процесі вона не змінюється, тобто . Унаслідок підведення до газу деякої кількості теплоти (досить повільно) змінюється лише тиск і об’єм, а внутрішня енергія залишається незмінною.

*Ізотермічний процес.* В ізотермічному процесі вся підведена кількість теплоти витрачається на роботу, здійснену газом проти зовнішнього тиску: .

Якщо процес являє собою ізотермічне стискання, то і . Або інакше: . Відємне значення вказує на те, що газ унаслідок стискання віддає тепло, причому в кількості, що дорівнює здійсненій роботі.

*Ізобарний процес.* У процесі розширення газ здійснює роботу, тобто . Відповідно до закону Гей-Люссака, унаслідок ізобарного розширення газу температура збільшується, отже, збільшується і його внутрішня енергія, тобто .

В ізобарному процесі кількість теплоти, підведена до газу, витрачається на збільшення внутрішньої енергії й на роботу розширення, яку здійснює газ проти зовнішнього тиску: .

Якщо , то газ може розширитись ізобарно лише за умови, що до нього підводять деяку кількість теплоти.

*Адіабатний процес.* Розглянемо процес, що протікає в системі, яка не обмінюється теплотою з оточуючими тілами.

Процес у теплоізольованій системі називається адіабатним.

Оскільки в цьому процесі відсутній теплообмін між газом і навколишнім середовищем, то . Перший закон термодинаміки набуває вигляду:

, або .

За умов відсутності теплообміну газу із навколишнім середовищем робота газу проти зовнішніх сил здійснюється за рахунок зменшення його внутрішньої енергії.

Отже, у разі адіабатного стискання температура газу підвищується, а процесі адіабатного розширення – знижується.

1. **Закріплення вивченого матеріалу**
2. Наслідком якого закону є перший закон термодинаміки?
3. Сформулюйте перший закон термодинаміки?
4. Як змінюється перший закон термодинаміки при використанні його в ізопроцесах?
5. **Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів**
6. **Домашнє завдання**

Параграф 55 + конспект – опрацювати.

Задача. Для ізобарного нагрівання 200 моль газу на 100 К йому передали кількість теплоти 470 кДж. Яку роботу здійснив газ? Як змінилась його внутрішня енергія?

Підготувати доповіді на теми «Принцип роботи холодильника й кондиціонера» та «Негативний вплив теплових машин на довкілля. Шляхи вирішення цієї проблеми».

**Урок 4**

**Тема:** **Теплові машини**

**Мета:** формувати компетентності:

1. Предметну (фізичну):

- теоретичну (пояснити фізичний принцип дії теплових двигунів, познайомити з циклом Карно, з’ясувати, що таке ККД теплового двигуна);

- дослідницьку (дослідження теми «Негативний вплив теплових машин на довкілля. Шляхи вирішення цієї проблеми»).

2. Ключові: *навчально-пізнавальна* (виховувати відповідальне ставлення до навчання, позитивне ставлення до предмету, розвивати навички використання знань, отриманих на інших уроках)*, здоров’язбережувальна* (вплив на здоров’я людини ), *кооперативна* (уміння працювати в колективі), *комунікативна* (уміння донести інформацію до слухачів) *та інформаційна* (уміння відбирати, аналізувати, перекодувати та систематизувати інформацію).

3.Міжпредметну (фізики-екологія)

4.Екологічну (дослідити екологічні проблеми, пов’язані із вивільненням, передачею і використанням теплової енергії)

**Тип уроку:** урок вивчення нового матеріалу

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв | Перевірка домашнього завдання | Ключові: комунікативна, кооперативна |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Ключова:  комунікативна,  фізична : теоретична |
| 3 | Актуалізація опорних знань | 4 хв | Бесіда за запитаннями | Ключові:  навчально-пізнавальна, комунікативна;  фізична: теоретична |
| 4 | Вивчення нового матеріалу | 35 хв | 1. Тепловий двигун – бесіда; 2. Принцип роботи та види теплових двигунів – бесіда, малюнки, схеми; 3. ККД теплового двигуна – пояснення; 4. Принцип роботи холодильника й кондиціонера. Негативний вплив теплових машин на довкілля. Шляхи вирішення цієї проблеми – доповіді учнів, бесіда. | Фізична: теоретична, дослідницька;  міжпредметна: фізика-екологія  ключові: навчально-пізнавальна, здоров’язбережувальна, кооперативна, комунікативна, інформаційна ;  екологічна |
| 5 | Закріплення вивченого матеріалу | 2 хв | Бліц-опитування | Ключові: навчально-пізнавальна, комунікативна |
| 6 | Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів | 1 хв |  | Ключова: комунікативна |
| 7 | Домашнє завдання | 1 хв | Пояснення | Ключова: комунікативна |

**Хід уроку**

1. **Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку. Перевірка домашнього завдання.*

1. **Мотивація, постановка мети та задач уроку**

На минулих уроках ми дізналися про енергію та роботу в термодинаміці, вивчили перший закон термодинаміки та наслідки з нього. А при вивчені сьогоднішньої теми - теплові машини, ви побачите де в повсякденному нашому житті ми користуємося цими законами.

1. **Актуалізація опорних знань, умінь та навичок**

*Для початку, давайте згадаємо:*

1. Перший закон термодинаміки.
2. Дайте словесне формулювання закону, записаного у вигляді .
3. Перший закон термодинаміки для ізохорного процесу; для ізотермічного процесу; для ізобарного процесу; для адіабатного процесу.
4. **Вивчення нового матеріалу**

Здійснення механічної роботи в сучасних машинах і механізмах в основному відбувається за рахунок внутрішньої енергії речовин. Прикладом таких механізмів може бути тепловий двигун.

Тепловий двигун – це пристрій, що перетворює внутрішню енергію палива на механічну енергію.

На попередніх уроках ми розглядали чотири термодинамічних процеси. Але які з цих процесів необхідні для розв’язання поставленої проблеми — отримання максимальної роботи за рахунок внутріш­ньої енергії палива?

Очевидно, максимальна робота буде здійсню­ватися в таких процесах, у яких виключено контакт гарячого тіла з холодним, оскільки в разі такого контакту відбувається теплопе­редача без здійснення роботи.

Такими процесами можуть бути ізотермічний і адіабатний. У першому процесі розширення газу відбувається за постійної тем­ператури, а в другому — газ розширюється без теплообміну з на­вколишніми тілами. Повне використання внутрішньої енергії для здійснення робо­ти можливо лише за однократного розширення газу, яке припи­няється, тільки-но тиск газу стає однаковим із зовнішнім тиском. Для того щоб робота розширення газу могла бути здійснена знову, поршень має бути знову переведений у вихідне положення. Щоб повернути поршень у вихідне положення, газ необхідно стиснути до початкового об’єму. При цьому зовнішня сила має здійснити ро­боту стискання. Але якщо стискання газу відбуватиметься за тієї ж температури (тобто за тією ж ізотермою), то робота зовнішньої сили виявиться однаковою з роботою розширення газу, а корисна робота за цикл дорівнюватиме нулю. Звідси висновок: стискання має відбуватися за більш низької температури.

Отже, перед стисканням необхідно знизити температуру робо­чого тіла (газу).

Ізотерма

(стиснення)

0

p

V

Адіабата

Адіабата

Ізотерма

(розширення)

Як знизити температуру робочого тіла перед стисканням?

Очевидно, щоб знизити температуру газу (робочого тіла), не до­пускаючи при цьому передачі кількості теплоти від нього до тіл із більш низькою температурою, слід використати адіабатний про­цес.

Після ізотермічного розширення за температури нагрівача газ продовжує розширюватися адіабатно до температури . Потім має бути здійснена робота ізотермічного стискання за більш низь­кої температури. Для цього необхідний термостат, що має темпера­туру . Ним може бути навколишнє середовище або спеціальний пристрій — холодильник. Робоче тіло в процесі ізотермічного стискання доводять до дея­кого проміжного об’єму. У результаті газ віддає холодильнику пев­ну кількість теплоти, що дорівнює здійснюваній над газом роботі стискання. Потім газ стискають адіабатно до початкового об’єму так, щоб його температура знову підвищилася до . Тепер газ ціл­ком повернувся в початковий стан. Повна робота за цикл у цьому випадку вже не дорівнює нулю.

*Розглянемо далі принцип роботи теплового двигуна.* Тепловий двигун складається з трьох основних частин:

1. Нагрівач () – джерело внутрішньої енергії;
2. Робоче тіло (газ або пара), що виконує механічну роботу за рахунок внутрішньої енергії, отриманої від нагрівача;
3. Холодильник (), що забезпечує природний процес передачі тепла від більш нагрітого до більш холодного, чим здійснює компенсацію процесу перетворення теплової енергії на механічну. Холодильником може бути оточуюче середовище.

Отримавши в процесі розширення від тіла з температурою (нагрівач) деяку кількість теплоти газ у результаті стискання неодмінно віддає кількість теплоти тілу з більш низькою темпе­ратурою (холодильник). Отже, на роботу перетворюється лише частина кількості теплоти , отриманої від нагрівача, яка дорів­нює .

Робоче тіло

Нагрівач

Холодильник

Після завершення кожного циклу робоче тіло вертається в по­чатковий стан, тобто його внутрішня енергія набуває колишнього значення. Отже, з першого закону термодинаміки випливає, що ко­рисна робота Aк, яку здійснює тепловий двигун, дорівнює різниці кількості теплоти отриманої робочим тілом, і кількості теплоти , відданої робочим тілом холодильнику:

.

Давайте з’ясуємо, які існують види теплових машин?

Види теплових машин:

1. Парова і газова турбіни;
2. Парові машини;
3. Поршневі двигуни внутрішнього згорання:
4. Карбюраторні (бензинові);
5. Дизельні;
6. Без поршневі двигуни внутрішнього згорання (реактивні двигуни).

Замкнені (циклічні) процеси використовуються в роботі всіх теплових машин: двигунів внутрішнього згоряння, парових і газо­вих турбін, холодильних машин.

Для оцінювання ефективності перетворення внутрішньої енер­гії робочого тіла на механічну роботу, здійснювану за цикл, уво­диться коефіцієнт корисної дії.

Коефіцієнт корисної дії теплового двигуна — це відношення корисної роботи , здійсненої двигуном, до кількості теплоти , отриманої від нагрівача: .

Ефективність дії теплового двигуна тим вища, чим більшу ко­рисну роботу він може здійснити за тієї ж кількості теплоти , отриманої від нагрівача.

Оскільки , то .

З урахуванням того, що кількість теплоти , передана холо­дильнику, завжди більша від нуля, коефіцієнт корисної дії будь-якого теплового двигуна менший за 100 %. Таким чином, на меха­нічну роботу можна перетворити лише частину кількості теплоти, отриманої від нагрівача.

Не слід плутати тепловий ККД з економічним ККД: .

Якби в усіх машинах, крім теплових, вдалося усунути всі втра­ти, ККД дорівнював би 100 %. Якщо ж у теплових двигунах усуну­ти всі втрати, то ККД однаково виявиться меншим від 100 %.

Французький інженер Саді Карно з’ясував, за яких умов ККД буде максимальним. Він вигадав ідеальну теплову машину з іде­альним газом як робочим тілом: .

З наведеної формули видно, що для підвищення ККД потрібно зменшувати відношення . Цього можна досягти, або знижуючи температуру холодильника , або підвищуючи температуру нагрі­вача , або роблячи й те, і інше.

Ми навели формулу для максимального ККД теплового дви­гуна. Такий ККД міг би мати ідеальний тепловий двигун, у якому цілком відсутнє тертя, а також відсутні втрати тепла. Однак у будь-якому реальному двигуні є й тертя, і втрати тепла, тому реальний тепловий двигун має, на жаль, набагато менший ККД, ніж макси­мально можливий. Наприклад, для двигуна внутрішнього згорян­ня , а реальний ККД — лише близько 20 %.

Підвищення ККД теплових двигунів і наближення його до мак­симально можливого — найважливіше технічне завдання.

*Зараз давайте прослухаємо ваші доповіді на теми «Принцип роботи холодильника й кондиціонера» та «Негативний вплив теплових машин на довкілля. Шляхи вирішення цієї проблеми».*

1. **Закріплення вивченого матеріалу**
2. Що таке тепловий двигун? Назвіть основні його частини.
3. Які існують види теплових двигунів?
4. Що називають коефіцієнтом корисної дії теплового двигуна?
5. За яких умов ККД буде максимальним?
6. **Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів**
7. **Домашнє завдання**

Параграф 56 + конспект – опрацювати. Задача. Яким є максимально можливий ККД двигуна, у якого , а (як в автомобільного двигуна)?

**Урок 5**

**Тема:** **Розв’язування задач. Узагальнюючий урок**

**Мета**: формувати компетентності:

1. Предметну (фізичну):

-теоретичну (повторити та систематизувати знання з теми «Основи термодинаміки»);

-задачну (навчити розв’язувати задачі з даної теми).

2. *Ключові: навчально-пізнавальна* (опанування змістом уроку, оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоконтролю й самооцінки)*, кооперативна* (вміння працювати в колективі, наполегливість, старанність, спостережливість, самостійність)*, комунікативна* (володіння мовою фізики), *інформаційна* (уміння аналізувати, перекодувати та систематизувати інформацію під час розв’язання задач)

**Тип уроку:** Урок узагальнення та систематизації знань

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв | Перевірка домашнього завдання | Ключові: комунікативна, кооперативна |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Ключова:  комунікативна |
| 3 | Актуалізація опорних знань | 15 хв | Бесіда за запитаннями, складання опорних схем, конкурс «Формули» | Фізична: теоретична, ключові: навчально-пізнавальна, кооперативна, комунікативна, інформаційна |
| 4 | Закріплення вивченого матеріалу | 26 хв | Аналіз конкретних ситуацій, розв’язування задач, виконання самостійної роботи | Фізична: теоретична,  задачна;  ключові: навчально-пізнавальна, кооперативна, комунікативна та інформаційна |
| 5 | Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів | 1 хв |  | Ключові: комунікативна, навчально-пізнавальна;  предметна: теоретична |
| 6 | Домашнє завдання | 1 хв | Пояснення | Ключова: комунікативна |

**Хід уроку**

**Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку. Перевірка домашнього завдання.*

**Мотивація, постановка мети та задач уроку**

Ми закінчуємо вивчати розділ «Основи термодинаміки». На наступному уроці ми напишемо контрольну роботу з теми, тому зараз ми повинні повторити та систематизувати всі знання з даної теми, та якнайкраще підготуватися до контрольної роботи.

1. **Актуалізація опорних знань, умінь та навичок**

Ми знаємо, що термодинаміка вивчає найбільш загальні закономірності перетворення енергії, але не розглядає молекулярної будови речовини. А термодинамічною системою називають будь-яку систему, що складається з великої кількості частинок – атомів, молекул, іонів та електронів, які здійснюють хаотичний тепловий рух і при взаємодії між собою обмінюються енергією.

*Давайте разом складемо схему.*

*Під час складання схеми, бесіда за запитаннями:*

1. Скажіть будь-ласка, що таке внутрішня енергія?
2. Які способи зміни внутрішньої енергії ви знаєте?
3. Які способи теплопередачі вам відомі?
4. Яка фізична величина характеризує процес теплопередачі?
5. Коли відбувається передача кількості теплоти?
6. Які агрегатні стани речовини ви знаєте?
7. Які процеси характеризують перехід речовини з одного стану в інший?

*Конкурс* *«Формули»*

Під час нагрівання і охолодження тіл

Кількість теплоти

Внутрішня енергія

частинок

Способи зміни

Виконання механічної роботи

Теплопередача

теплопровідність

випромінювання

конвекція

Теплові двигуни

Під час зміни агрегатного стану

рідкий

газоподібний

твердий

*У наведених формулах пропущені окремі фізичні величини. Назвіть літеру, якою позначено потрібний символ, та назвіть формулу, та всі величини, що в неї входять.*

а) ; б) ; в) ; г) ; д) А; е) ; з) .

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Варіант 1 | Варіант 2 |
| 1 |  |  |
| 2 |  |  |
| 3 |  |  |
| 4 |  |  |
| 5 |  |  |

Відповіді: варіант 1: а), в), г), д), з); варіант 2: б), в), г), е), д).

Ми знаємо, що закон збереження енергії відносно теплових явищ отримав на­зву першого закону термодинаміки.

*Давайте разом складемо схему.*

*Під час складання схеми, бесіда за запитаннями:*

1. Сформулюйте, будь-ласка, перший закон термодинаміки.
2. Перший закон термодинаміки для ізохорного процесу; для ізотермічного процесу; для ізобарного процесу; для адіабатного процесу.

В ізопроцесах

1 ЗТД

Роботу виконують зовнішні сили

Роботу виконує сама система

Ізохорний

,

Ізотермічний

*,*

Ізобарний

,

Адіабатичний

Ми знаємо, що здійснення механічної роботи в сучасних машинах і механізмах в основному відбувається за рахунок внутрішньої енергії речовин. Як приклад таких механізмів, ми розглядали тепловий двигун.

1. Скажіть, будь-ласка, що таке тепловий двигун?
2. Які види теплових машин ви знаєте?
3. За малюнком поясніть принцип роботи теплових двигунів.
4. Як визначити ККД теплового двигуна?

0

p

V

1. Поясніть графік. Вкажіть як називають цей цикл та з яких процесів він складається.

Робоче тіло

Нагрівач

Холодильник

1. Як можна визначити ККД ідеальної теплової машини?
2. **Закріплення вивченого матеріалу**
3. Відрізок м’якого дроту кілька разів зігнули й розігнули. У яку форму перейшла витрачена при цьому енергія? Поясніть свою відповідь.
4. У яких із зазначених нижче процесів газ не здійснює роботи:

а) ізохорне нагрівання;

б) ізобарне нагрівання;

в) ізохорне охолодження;

г) ізобарне стискання?

1. Чи може внутрішня система залишитися незмінною, якщо вона одночасно бере участь у теплообміні та здійснює роботу?
2. У яких із зазначених нижче процесах газ здійснює додатну ро­боту:

а) ізохорне нагрівання;

б) ізобарне нагрівання;

в) ізотермічне стискання;

г) адіабатне розширення?

1. У процесі стискання газу в циліндрі зовнішня сила, що діє на поршень, здійснює роботу в 100 Дж. Чому дорівнює зміна вну­трішньої енергії газу, якщо завдяки теплопровідності циліндра він віддає в навколишнє середовище кількість теплоти, що до­рівнює 20 Дж?
2. У результаті згоряння палива в тепловому двигуні виділилася кількість теплоти 200 кДж, а холодильнику була передана кіль­кість теплоти 120 кДж. Обчисліть ККД теплового двигуна.

**Самостійна робота**

1. Початковий рівень (1 бал)

Внутрішню енергію сірника можна змінити, якщо помістити його в полум’я свічки або потерти об сірникову коробку.



1. В обох випадках причина зміни внутрішньої енергії сірника та сама.
2. У разі тертя сірника об коробку його внутрішня енергія змі­нюється внаслідок здійснення над сірником роботи.
3. Унаслідок теплопередачі внутрішня енергія сірника не змі­нюється.
4. Під час горіння сірника його внутрішня енергія не змінюється.

2. Середній рівень (2 бали)

На дні товстостінного прозорого циліндра міститься шматочок сухої вати. Якщо дуже швидко всунути в циліндр поршень, повітря в циліндрі нагріється настільки, що вата загориться.



1. Вата загоряється внаслідок ізохорного процесу.
2. Вата загоряється внаслідок ізотермічного процесу.
3. Вата загоряється внаслідок адіабатного процесу.
4. Вата загоряється внаслідок ізобарного процесу.

3. Достатній рівень (4 бали)

Завдання 3 має на меті встановити відповідність (логічні пари). До кожного варіанту прояву закону, позначеного літерою, доберіть співвідношення, позначене цифрою.

1. Перший закон термодинаміки для ізохорного процесу.
2. Перший закон термодинаміки для ізотермічного процесу.
3. Перший закон термодинаміки для адіабатного процесу.
4. Перший закон термодинаміки для ізобарного процесу.

1.

2.

3.

4.

5.

4. Високий рівень (5 балів)

Для ізобарного нагрівання газу на 500 К, кількість речовини якого — 800 моль, йому передали кількість теплоти 9,4 МДж. Обчисліть роботу газу і зміну його внутрішньої енергії.

1. **Підбиття підсумків, оцінювання результатів роботи учнів**
2. **Домашнє завдання**

Повторити параграфи 52-56. Підготуватись до контрольної роботи.

**Урок 6**

**Тема.** **Тематичне оцінювання з теми «Основи термодинаміки»**

**Мета:** формувати компетентності:

1. Предметну (фізичну):

-теоретичну (застосувати отримані знання на практиці);

-задачну (навчити застосовувати отримані знання для розв’язування задач з теми).

2. Ключову: навчально-пізнавальну (опанування змістом уроку, оволодіння вміннями та навичками саморозвитку, самоаналізу, самоконтролю й самооцінки).

**Тип уроку:** урок контролю та коригування знань, умінь та навичок

**План уроку**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Етапи уроку | Час | Вид роботи, методи та прийоми | Компетентність, що розвивається |
| 1 | Організаційний момент | 1 хв |  | Ключова: комунікативна |
| 2 | Мотивація, постановка мети та задач уроку | 1 хв | Розповідь | Фізична: теоретична;  ключові:  комунікативна навчально-пізнавальна |
| 3 | Виконання контрольної роботи | 43 хв | Виконання контрольної роботи | Фізична: теоретична, компетентність з розв’язування задач;  ключові: навчально-пізнавальна |

**Хід уроку**

**Організаційний етап**

*Привітання. Перевірка готовності класу до уроку.*

**Мотивація, постановка мети та задач уроку**

Ми закінчили вивчати розділ «Термодинаміка». Зараз ми проведемо контроль знань – напишемо контрольну роботу. Бажаю всім успіху!

*Учням можна запропонувати контрольну роботу, що склада­ється з декількох варіантів. Нижче пропонується один із варіантів контрольної роботи.*

**Виконання контрольної роботи**

**Початковий рівень**

**Завдання 1** (0,5 бала). З газом здійснюють зазначені нижче процеси. У яких процесах робота газу дорівнює нулю?

1. Ізохорне нагрівання.
2. Ізотермічне розширення.
3. Ізобарне охолодження.
4. Ізотермічне стискання.

**Завдання 2** (1 бал). Виберіть правильне твердження про кипіння води у відкритій посудині за підвищення атмосферного тиску.

1. Температура кипіння знижується.
2. Температура кипіння підвищується.
3. Температура кипіння залишається незмінною.
4. Кипіння стає неможливим.

4

1

1

2

2

4

0

p, Па

V,

**Завдання 3** (1,5 бала). На рисунку показано процес зміни стану ідеального газу.

1. Назвіть процес.

2. Яку роботу здійснив газ, якщо в цьому процесі йому переда­ли 6 кДж теплоти?

**Середній рівень**

**Завдання 4** (2 бали). Яка кількість теплоти необхідна для плавлення 100 г олова, узятого за температури 32 °С?

**Достатній рівень**

**Завдання 5** (3 бали). Завдання має на меті встановити відповідність (логічні пари). До кожного твердження, позначеного літерою, доберіть співвідно­шення, позначене цифрою.

1. Кількість теплоти, необхідна для нагрівання тіла.
2. Кількість теплоти, необхідна для того, щоб розплавити тіло за постійної температури.
3. Кількість теплоти, необхідна для перетворення рідини на пару за постійної температури.
4. Кількість теплоти, необхідна для перетворення твердого тіла, узятого за кімнатної температури, на рідину.

1.

2.

3.

4.

5.

**Високий рівень**

**Завдання 6** (4 бали). Унаслідок ізобарного нагрівання об’єм гелію збільшився втри­чі. Яку роботу здійснив газ? Яку кількість теплоти йому передано? Маса гелію — 12 г, початкова температура дорівнює –123 °С.

**Висновок**

Компетентності, які формуються під час вивчення природничих дисциплін, можна назвати базовими для багатьох професій і видів діяльності, пов’язаних з ними. Вони відіграватимуть цю роль за умови підсилення діяльнісно-практичної складової їх змісту, за рахунок чого учні зможуть набути специфічних умінь і навичок, а також збагатити досвід їх застосування під час розв’язання професійних і побутових проблем.

Головною метою української системи освіти є створення умов для розвитку і самореалізації кожної особистості, забезпечення високої якості освіти випускникам середньої та вищої школи. Переважна більшість педагогів-науковців і освітян-практиків переконані, що підготовка фахівців у будь-якій сфері повинна здійснюватися на новій концептуальній основі в рамках компетентнісного підходу.

**Список використаної літератури**

1. Єрмаков І.Г., Пузіков Д.О. Розвивати життєву компетентність// Шкільний світ. – 2005. №37. – С.5-13.
2. Кирик Л. А. Усі уроки фізики.10 клас / Л. А. Кирик. - Х.: Вид. група «Основа», 2010. – 272 с.
3. *Кирик Л. А., Гельфгат І. М., Ненашев І. Ю.* Фізика. 10 клас. Питання, задачі, тести.— Х.: Гімназія, 2010.
4. *Кирик Л. А.* Фізика. 10 клас. Різнорівневі самостійні та те­матичні контрольні роботи.— Х.: Гімназія, 2010.
5. Коберник О.М. Компетентнісний підхід в технологічній освітиі: Зб. наук. праць ТДПУ. – Тернопіль:ТДПУ, 2007. – С. 31–39.
6. Коршак Є.В. Фізика 10 клас / Є.В.Коршак, О.І.Ляшенко, В.Ф.Савченко. – К.: Генеза, 2010. – 192 с.
7. Пометун О.І. Компетентнісний підхід – найважливіший орієнтир розвитку сучасної освіти // Рідна школа. – 2005. – № 1. – С. 65–69.
8. Соколович Ю. А. Фізика / Ю. А. Соколович, Г. С. Богданова. – 4-те вид. – Х.: Веста, 2010. – 416 с.