

**Розвиток пізнавальної діяльності учнів при вивченні теми
“Електричний струм в газах” з використанням
інформаційних технологій навчання**

Анотація. У статті розглянуто розвиток пізнавальної діяльності учнів при вивченні теми «Електричний струм в газах» з використанням інформаційних технологій навчання. Описано детальніше використання комп'ютера під час навчання фізики на уроках вивчення нового навчального матеріалу з окресленої теми.

Ключові слова: інформаційні технології навчання, навчальний процес, учні, уроки фізики, ППР.

Комп'ютеризація навчання поставила перед педагогікою та педагогічною психологією ряд актуальних задач. Психолого-педагогічні проблеми комп'ютерного навчання досліджувались та досліджуються в працях багатьох науковців, у яких йдеться про ефективність застосування комп'ютера в загальноосвітніх середніх школах як технічного засобу навчання

При впровадженні комп'ютера в навчальний процес на уроках фізики, необхідно визначити, що є найбільш головним з точки зору навчальних цілей, а що – другорядним. Тому більшість фахівців надають пріоритетне значення психолого-педагогічним проблемам проектування навчальних програм.

Основний показник високої якості навчальної програми – це ефективність навчання. Великі демонстраційні можливості і висока ступінь інтерактивності системи самі по собі не можуть служити основою для того, щоб рахувати навчальну програму корисною. Ефективність програми частково і повністю визначається тим, наскільки вона забезпечує досягнення передбачених цілей навчання.

Питання про те, наскільки ефективна навчальна програма, може бути вирішене лише після її апробації. При цьому кожна навчальна програма повинна задовольняти певні психолого-педагогічні вимоги.

Особливу увагу педагоги та психологи приділяють використанню та розташуванню інформації на дисплеї комп'ютера. Дисплей не повинен повністю замінити підручник. Довгі повідомлення, громіздкі формули на дисплеї ускладнюють процес розуміння повідомлень, краще вказувати, до якої сторінки посібника потрібно звернутися.

Розглянемо дещо детальніше використання комп'ютера при навчанні фізики на уроках вивчення нового навчального матеріалу з теми “Електричний струм в газах. Несамостійний і самостійний розряди в газах. Поняття про плазму”.

Мета: *Навчальна:* 1. З'ясувати природу електричного струму в газах та вивчити характерні особливості його протікання. 2. Розглянути різні види розрядів, вивчити природу струму в них та ознайомити учнів з основними властивостями четвертого стану речовини – плазмою.

Виховна: розказати учням здобутки вітчизняних вчених в розбудові теорії плазми та газових розрядів.

Розвиваюча: розвинути уяву учнів про газові розряди.

Методичне та матеріальне забезпечення заняття: педагогічна програмована розробка (ППР) “Струм в газах”, комп'ютер, установка для демонстрації несамостійного та дугового розряду, електрофорна машина.

Демонстрації: комп'ютерна модель процесу іонізації, несамостійний розряд, іскровий розряд, атмосферна електрика, дуговий розряд, залежність сили струму від напруги при газових розрядах, фрагменти навчальних фільмів “Електричний струм в газах” та “Плазма –

четвертий стан речовини”.

Учні повинні знати: провідність газів, відмінність несамостійного і самостійного розряду, розуміти фізичні процеси, що проходять при цих розрядах.

Учні повинні вміти: аналізувати і пояснювати окремі ділянки вольт-амперної характеристики струму в газах; пояснювати механізм виникнення розрядів в газах; розв’язувати задачі.

Перед вивченням нового матеріалу необхідно повторити умови існування електричного струму, провідність металевих і рідинних провідників. Далі розповісти учням про важливість значення знань електричних властивостей газів. Наголошуючи, що гази на відміну від металів і електролітів, при нормальних умовах складаються з електрично нейтральних атомів і молекул і тому є добрими ізоляторами. Це пояснюється тим, що в газах при нормальних умовах досить мало вільних носіїв електричних зарядів. Тому провідність газів при кімнатній температурі мала. У подальшому пропонується провести демонстрацію, яка підтверджує, що гази в природних умовах є діелектриками, а при зміні цих умов, наприклад, внесення пальника між заряджені пластини повітряного конденсатора, гази стають електропровідними. Отже, нагрітий газ є провідником і в ньому встановлюється струм. Дану демонстрацію можна виконати на демонстраційному столі з використанням вказаних приладів, а також з допомогою комп’ютерної підтримки (рис. 1).

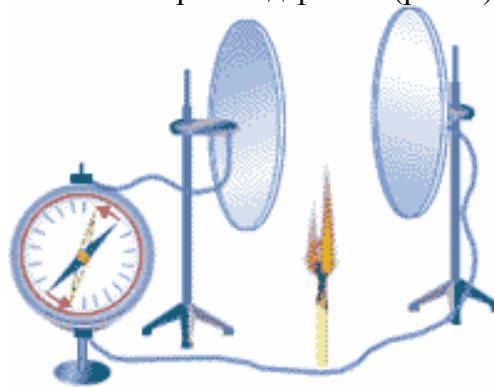


Рис. 1.

Щоб зробити газ провідним, треба певним чином внести в нього або створити в ньому вільні носії заряду. Створення вільних носіїв заряду в газах відбувається внаслідок їхньої іонізації. На рисунку 2 показано фрагмент моделі процесу іонізації атома, що демонструє комп’ютер.



Рис. 2.

Далі говоримо учням, що іонізація газів можлива під дією космічного проміння, рентгенівських променів, радіоактивного випромінювання, при бомбардуванні атомів або молекул газу швидкими електронами, при нагріванні газів та інших факторів.

Якщо іонізатор перестає діяти, то можна помітити, що електрометр знову зберігатиме заряд. Отже, після припинення дії іонізатора газ перестає бути провідним. Струм припиняється після того, як всі іони та електрони досягнуть електродів. Крім того, при зближенні електрона та позитивно заряджений іон можуть знову утворити нейтральний атом. Модель цього процесу – рекомбінації, також зручно продемонструвати на комп’ютері.

Залежно від механізму іонізації розряди поділяють на несамостійні і самостійні. Електричний розряд називають несамостійним, якщо він виникає тільки під дією іонізатора, а з припиненням його дії розряд зникає. Далі ми пропонуємо провести демонстраційний експеримент за допомогою комп'ютера. Електропровідність газів досліджують за допомогою газорозрядної трубки з двома електродами, наповненої досліджуванним газом. Напругу між електродами змінюють за допомогою потенціометра. Іонізацію здійснюють ультрафіолетовими або рентгенівськими променями чи іншими способами (рис. 3).

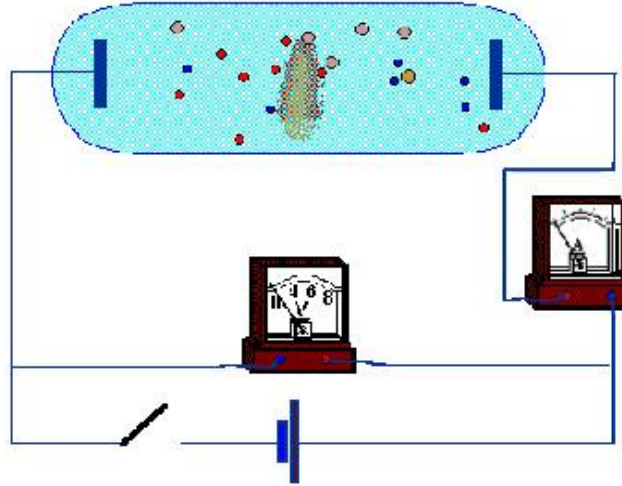


Рис. 3.

Якщо газ у трубці не іонізований, то коли ми замкнемо ключ, електричного струму в колі не буде. Хоча стрілка вольтметра і відхилиться на деяку поділку, але покази амперметра будуть незмінні. Це ще раз говорить, що звичайний газ не є провідником (рис. 4).

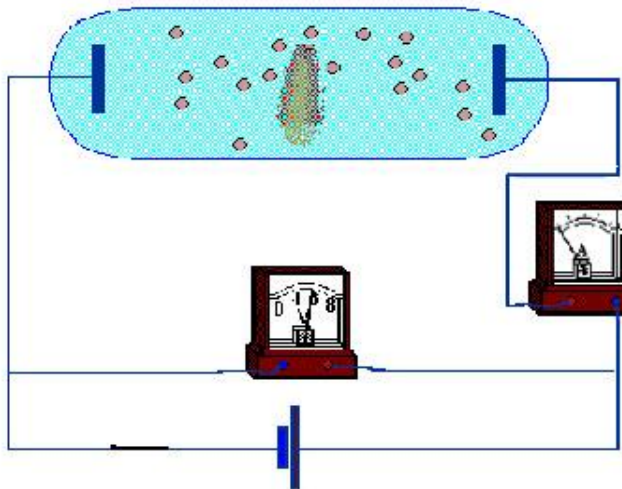


Рис. 4.

Струм у газах при несамостійному розряді створюється напрямленим рухом іонів і електронів під дією електричного поля (рис. 5).

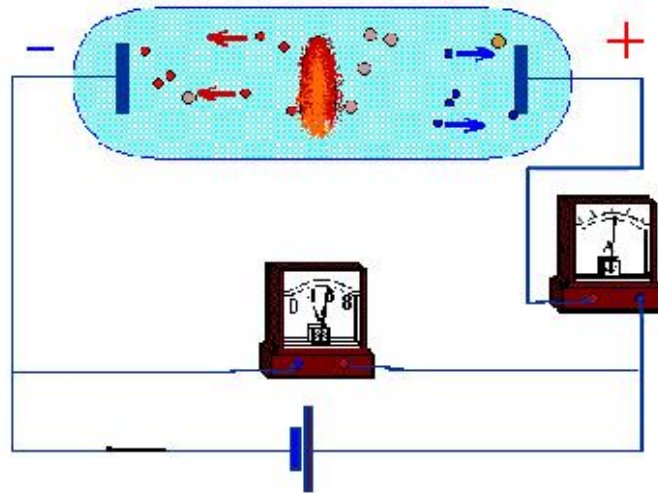


Рис. 5.

Провівши такий експеримент, можна запропонувати учням самостійно зробити висновок про природу струму в газі. Зобразити вольт-амперну характеристику несамостійного розряду в газі і пояснити за схемою рисунку 5 явище іонізації та рекомбінації. На рисунку 6 показано залежність струму від напруги $I = f(U)$ (вольт-амперна характеристика розряду в газі), яка моделюється на комп'ютері одночасно із зміною різниці потенціалів на електродах газорозрядної трубки. Це дає можливість учням краще зрозуміти процес проходження електричного струму в газі.

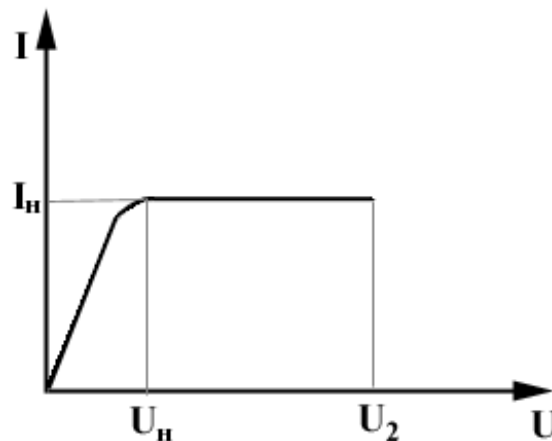


Рис. 6.

Як показує дослід, що спочатку із зміною напруги U струм змінюється лінійно. При наступному збільшенні величини U залежність $I = f(U)$ має не лінійний характер, а при $U > U_1$ струм залишається сталим і не залежить від напруги. Учням наголошуємо, що струм I_n називають струмом насичення. При підвищенні напруги $U > U_2$ спостерігається значне зростання сили струму, що супроводжується сильним тепловими і світловими ефектами. Лінійна залежність $I = f(U)$ при невеликих напругах пояснюється деякою подібністю несамостійного газового розряду до струму в електролітах.

При дальшому розгляді теми необхідно зупинитися на самостійному розряді в газах. Учні, як правило, затрудняються дати відповідь на запитання, як можна отримати самостійний розряд в газі. Необхідно їх підвести до цього: задати навідні питання або запропонувати демонстраційний експеримент. При збільшенні різниці потенціалів між електродами розряд може проходити без іонізатора при допомозі повітряного конденсатора. Дослід показує, що за певних умов припинення дії іонізатора не впливає на характер розряду. Такий розряд у газах називають самостійним. При самостійному розряді іони, які

необхідні для підтримання електропровідності газу, створюються самим розрядом внаслідок процесів, що відбуваються в ньому.

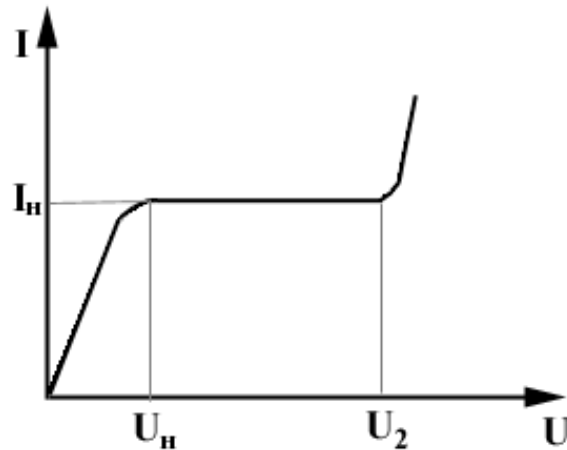


Рис. 7.

В подальшому розгляді самостійного розряду рекомендується розповісти учням про теоретичні розробки у поясненні самостійного розряду в газі здійснені Дж. Таунсендом. Вольт-амперна характеристика самостійного газового розряду має вигляд, який показано на рисунку 7. Це вітка вольт-амперної характеристики при напругах U_H , що демонструється за допомогою газорозрядної трубки (див. рис.3 - 5).

Після розгляду та аналізу вольт-амперної характеристики самостійного газового розряду переходимо до видів газових розрядів. При цьому говоримо учням, що форма і взаємне розміщення електродів, режими їхньої роботи, підведена потужність, характер охолодження й інші параметри визначають тип розряду. Кожному типу відповідає певний стан іонізованого газу, який характеризується температурою, електропровідністю, спектрами випромінювання і поглинання та ін. Умовно газові розряди класифікують за таким принципом як відображає рисунок 8.

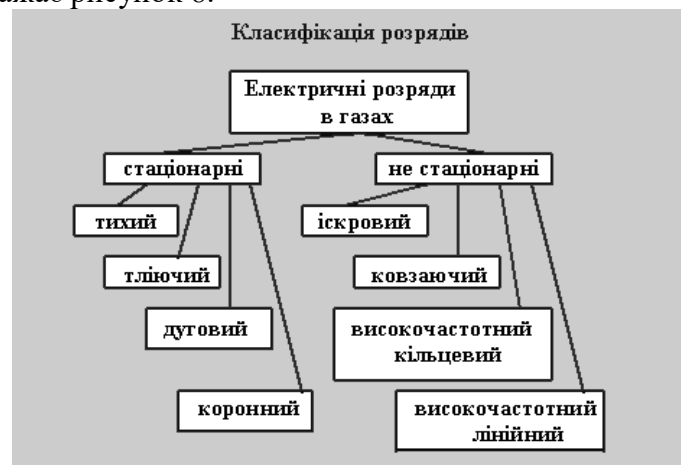


Рис. 8.

Продовжуючи нашу розповідь про розряди учням розповідаємо, що найпростішим і найбільш добре вивченим типом розряду, в якому газ знаходиться в сильно нерівноважному стані, є *тілючий розряд*. Умовами виникнення тілючого розряду є прискорення позитивних іонів, удари їх об катод, вибивання із катоду електронів, прискорення електронів, збудження і іонізація нейтральних молекул і атомів, перехід атомів із збудженого стану в нормальний і світлове випромінювання. Пояснення чергування світлих і темних ділянок простору в двохелектродній трубці. Однак ця область найбільш цікава з точки зору застосування тілючого розряду. На рисунку 9 показано екран монітора комп'ютера при демонстрації тілючого розряду.

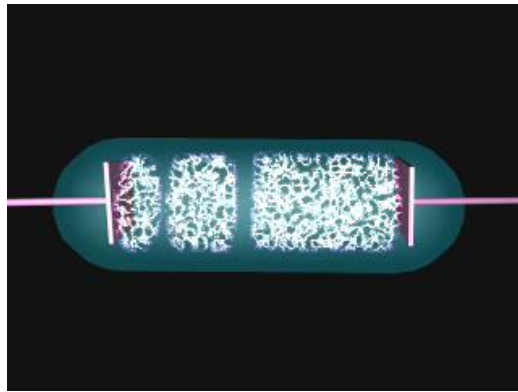


Рис. 9.

В подальшому розгляді теми учням говоримо, що при поступовому збільшенні напруги між двома електродами, розміщеними в газі при нормальному тиску, виникає самостійний розряд, який називають *іскровим*. При цьому повітряний проміжок між електродами пронизується яскраво світлим тонким каналом зигзагоподібної форми з розгалуженнями. Зупинимось на з'ясуванні механізму іскрового розряду. Пояснюємо учням причину виникнення світіння та звукового супроводу. Також необхідно наголосити, що велетенських розмірів досягає іскровий розряд в атмосфері – *блискавка*, його звуковий супровід – *грим*. Коротко розповісти про природу атмосферної електрики, нагадати учням про призначення і будову громовідводу. Розповідаючи про процеси, які відбуваються при іскровому розряді наголошуємо, під дією високої напруги, що виникає між анодом і катодом, вільні електрони, які знаходяться в повітрі, прискорюються і набувають таких енергій, що дозволяють визвати ударну іонізацію. Відповідно, іскровий розряд є наслідком ударної електронної іонізації (рис. 10).

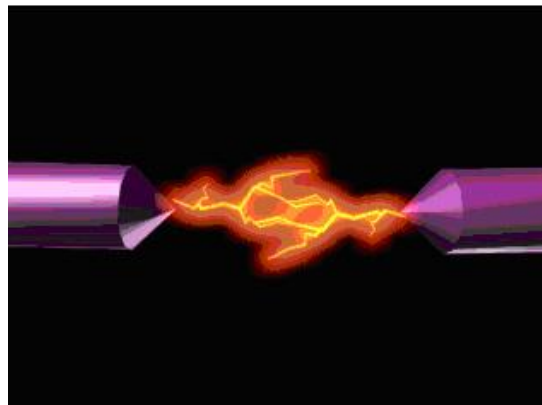


Рис. 10.

Далі учням можна продемонструвати з допомогою комп'ютера атмосферні розряди, до яких можна віднести *лінійну*, *кульову блискавки*. Коротко розповісти учням про фізику лінійної та кульової блискавок. Один із кадрів на моніторі комп'ютера демонструє лінійну блискавку, що відображає рисунок 11.



Рис. 11.

Рисунок 12 відображає екран монітора в момент демонстрації руху кульової блискавки

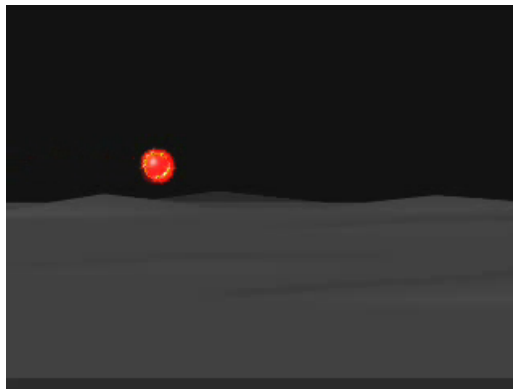


Рис. 12.

Діаметр кульових блискавок знаходиться в діапазоні від долів сантиметра до кількох метрів. Частіше всього зустрічаються блискавки діаметром 15 - 30 см.

Наголошуємо, що *грім* виникає внаслідок різкого розширення повітря при швидкому підвищенні температури в каналі розряду блискавки.

Якщо добути іскровий розряд від потужного джерела струму, а потім поступово зменшувати відстань між електродами, то розряд переходить від переривчастого до неперервного, тобто виникає новий вид розряду, який називають *дуговим*. Струм різко зростає, а напруга на розрядному проміжку падає до кількох десятків вольт. При розгляді дугового розряду доцільно скористатися комп'ютерною підтримкою і провести демонстрацію електричної дуги. Звернувши увагу учнів на те, що в електричній дузі з металевими електродами відбувається швидке випаровування металу, на що витрачається значна кількість теплоти рис. 13.

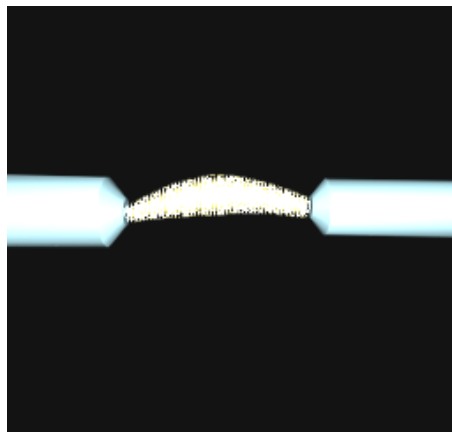


Рис. 13.

Далі розповідаємо опис процесів, які відбуваються при дуговому розряді, тобто при якій умові “запалюється” дуга, чому у місці де дотикаються вугільні електроди вони нагріваються, як утворюються термоелектрони та чому можна розвести вугільні електроди і понизити між ними напругу? Згадати про роботи В.В.Петрова, Н.Н.Яблочкова, Н.Н.Бенардоса, а також повідомити, що високу температуру дуги використовують у дугових електричних печах, які відіграють важливу роль у сучасній електрометалургії. Розповісти про великий внесок в фізику дугового зварювання О. Патона та Б. Патона, що їх праці є передовими в світовій науці. Наголосити учням, що дуговий розряд лежить в основі роботи багатьох пристроїв. Закінчити розповідь про дуговий розряд відеофільмом “Електрична дуга”.

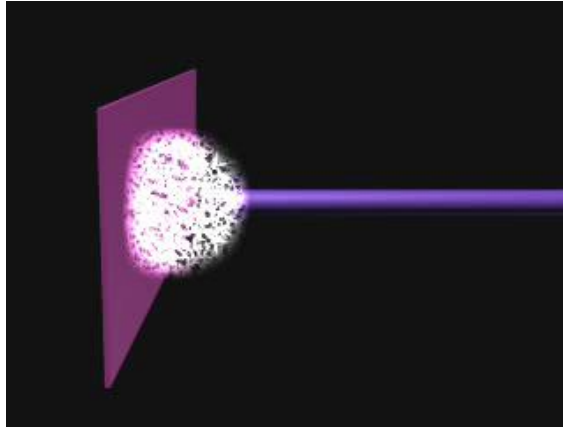


Рис. 14.

Коронний розряд (рис. 14) спостерігається при порівняно високих тисках газу (атмосферний тиск), що знаходяться в досить неоднорідному електричному полі. Таке поле можна створити між двома електродами, поверхня одного з яких має значну кривизну (дротина, вістря). Наявність другого електрода не обов’язкова, оскільки його роль можуть виконувати оточуючі заземлені електроди. При досягненні напруженості $10^{-3} \frac{B}{м}$ електричного поля біля електрода з більшою кривизною навколо нього виникає свічення. Воно має вигляд оболонки або корони, що оточує цей електрод. Корону, яка виникає навколо негативного електрода, називають негативною, а навколо позитивного електрода - позитивною. Механізм виникнення розряду в обох випадках різний.

Коронний розряд займає проміжне положення між тліючим і іскровим розрядами. Він може виникати в природних умовах під дією атмосферного електричного поля на верхівках дерев, корабельних щогл. Це явище в старовину називалось вогнями святого Ельма і викликало забобонний жах (рис. 15).

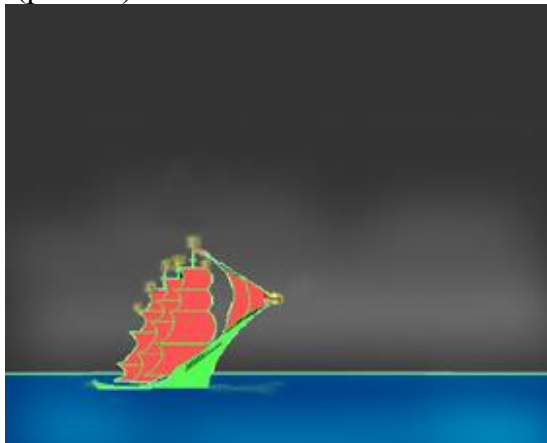


Рис. 15.

Розповівши про коронний розряд, причину його виникнення у позитивних і негативних

полях, необхідно наголосити учням на те, що явище коронного розряду в електричному відношенні шкідливе, так як відбувається втрата електричної енергії через повітря, яке оточує проводи високовольтних ліній. Коронний розряд необхідно враховувати у техніці високих напруг, оскільки при цьому відбуваються втрати електричної енергії. Для запобігання виникнення корони на високовольтних лініях проводи повинні мати досить великий діаметр.

При подальшому вивченні даної теми необхідно учням запропонувати, в якому стані буде перебувати полум'я свічки, електрична іскра і дуга, газ під час тліючого розряду, Сонце, зірки тощо. Таким чином, після цього можна перейти до вивчення матеріалу про плазму. При вивченні даного питання ми рекомендуємо скористатися комп'ютерною підтримкою і використати педагогічну програмну розробку (ППР) "Плазма". В процесі комп'ютерного супроводу дати означення плазми, вказати на види плазми за ступенем іонізації: частково і повністю іонізована; види плазми за температурою: низькотемпературна ($T \leq 10^5$ K) і високотемпературна ($T \geq 10^6$ K); властивості плазми: вона складається із суміші газів; легко переміщується в електричному і магнітному полях; є хорошим провідником і має високу теплопровідність; між зарядженими частинками плазми крім короткодійних сил молекулярного походження діють далекодіючі кулонівські сили; так як плазма повністю іонізована, то її електрична провідність наближається до надпровідності. Наголосити учням на те, що у зв'язку з тим, що плазма є частково або повністю іонізований газ і відрізняється за своїми властивостями від твердих, рідких і газоподібних станів речовин, то її прийнято вважати четвертим станом речовини. Повідомити учнів про те, що в стані плазми знаходиться переважна частина речовини Всесвіту (біля 99%). На закінчення розгляду питання про плазму запропонувати учням демонстрацію відеофільму "Плазма – четвертий стан речовини" та "Плазма в магнітному полі".

Ми розглянули один із прикладів використання комп'ютера під час вивчення нового матеріалу на уроці фізики з теми "Електричний струм в газах".