

**Натисніть тут, щоб  
купити книгу на сайті  
або замовляйте за телефоном:  
(0352) 51-97-97, (067) 350-18-70,  
(066) 727-17-62**

Б.Є. Будний

# ФІЗИКА

*Довідник для учнів  
9–11 класів та абітурієнтів*



ТЕРНОПІЛЬ  
НАВЧАЛЬНА КНИГА – БОГДАН

# I. Механіка

## § 1.1. Кінематика

### *Основні поняття кінематики*

**Механічним рухом** називають зміну положення тіла або його окремих частин у просторі відносно інших тіл з плином часу.

Тіло, яке умовно вважається нерухомим і відносно якого розглядається положення та механічний рух досліджуваних тіл, називається **тілом відліку**.

Під **системою відліку** (СВ) розуміють пов'язану з тілом відліку систему координат, яка служить для визначення положення досліджуваного тіла в просторі, та годинник, що служить для відліку часу.

Під **матеріальною точкою** (МТ) розуміють тіло, геометричними розмірами (і формою) якого у даній задачі можна знехтувати. Будь-яке тіло можна вважати МТ, якщо його геометричні розміри набагато менші за відстані до інших тіл, або коли характерні розміри області простору, де відбувається рух досліджуваного тіла, набагато перевищують розміри цього тіла; при поступальному русі досить описати рух однієї з його МТ; у випадку, коли тіло не можна вважати МТ, його часто розбивають на досить малі ділянки, кожна з яких можна прийняти за МТ, і досліджують їх рух.

**Траєкторією руху** МТ називають лінію, яку вона описує в просторі під час механічного руху; форма траєкторії істотно залежить від вибору СВ. За формою траєкторії

механічні рухи поділяють на **криволінійні** та **прямолінійні**.

Усі фізичні величини, що вивчаються в шкільному курсі фізики, можна поділити на два класи — скаляри та вектори.

**Скалярами** називають фізичні величини, які характеризуються лише числовим значенням і певного напрямку в просторі не мають.

**Векторами** називають фізичні величини, які, крім числового значення, характеризуються ще й певним напрямком у просторі.

**Шляхом** ( $l$ ) називають довжину ділянки траєкторії, пройденої МТ протягом певного інтервалу часу. З плином часу шлях може збільшуватися або залишатися незмінним;  $[l] = \text{м}$ .

**Переміщенням** ( $\vec{S}$ ) МТ називають вектор, проведе-



ний з деякого її початкового положення до положення цієї МТ в даний момент;  $[S] = \text{м}$ ; у випадку прямолінійного руху МТ  $l = S$  (мал. 1.1).

мал. 1.1

5. Електролітичне полірування поверхні металевих виробів.

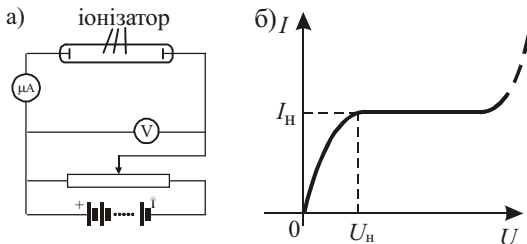
#### 4. Електричний струм у газах

За нормальних умов гази є хорошими ізоляторами (діелектриками) і струму не проводять, оскільки в них майже відсутні вільні заряджені частинки. Для забезпечення проходження електричного струму через гази потрібно збільшити їх провідність, що досягається за рахунок іонізації.

**Іонізацією газу** називається процес утворення в ньому іонів. Іонізаторами можуть бути *висока температура, ультрафіолетове, рентгенівське та гамма-випромінювання, сильне електричне поле* тощо.

Процес проходження електричного струму через газ називається **газовим розрядом**. Провідність газів зумовлена наявністю в них позитивних і негативних іонів та вільних електронів.

Газовий розряд, що відбувається лише завдяки впливу на газ іонізатора (і, звичайно, прикладеної напруги) і з припиненням дії останнього припиняється, називається **несамостійним розрядом**.



мал. 4.8

На мал. 4.8,а зображено схему електричного кола для знімання вольт-амперної характеристики несамоствійного газового розряду, а на мал. 4.8,б наводиться ця характеристика (суцільна лінія графіка).

Починаючи з деякої напруги  $U_n$ , сила струму в газорозрядній трубці, досягнувши найбільшого значення  $I_n$ , залишається сталою, незважаючи на збільшення прикладеної до неї напруги. Стан насичення досягається тоді, коли всі іони, створювані іонізатором за 1 с, переносяться електричним полем до електродів трубки протягом цього ж проміжку часу, і тому далі збільшення напруги не приводить до зростання сили струму в газі. Якщо зовнішній іонізатор створює за 1 с  $N$  пар однозарядних іонів і їх рекомбінація не встигає відбутися, то, очевидно, **сила струму насичення** несамоствійного газового розряду

$$I_n = 2eN.$$

Якщо носії струму в газі (вільні заряди) утворюються не під впливом зовнішнього іонізатора, а за рахунок дії електричного поля в просторі між електродами трубки, то таку провідність газу називають самоствійною, а газовий розряд, відповідно, **самоствійним розрядом**; він продовжується і після припинення дії зовнішнього іонізатора (пунктирна лінія на мал. 4.8,б). під час протікання самоствійного газового розряду має місце *ударна іонізація* нейтральних молекул газу за рахунок їх зіткнень з електронами й іонами.

Нижче наведені різні типи *самоствійних газових розрядів*.

**1. Тліючий розряд** (*газосвітні або рекламні трубки, лампа денного світла*).

$$A = -\frac{dN}{dt} = \lambda N.$$

Одиниця активності в системі СІ — **беккерель** (Бк); за один **Бк** приймають активність такого препарату, в якому відбувається 1 розпад за 1 с; позасистемна одиниця активності — **кюрі**:  $1 \text{ Ки} = 3,7 \cdot 10^{10} \text{ Бк}$ .

Радіоактивний розпад є процесом, що підлягає статистичним закономірностям, його швидкість не залежить від зовнішніх умов: температури, тиску, наявності електричного і магнітного полів тощо.

#### 4. Ядерні реакції

**Ядерними реакціями** називають перетворення атомних ядер у результаті їх взаємодії з іншими ядрами або з елементарними частинками.

Під час протікання ядерних реакцій виконуються наступні **закони збереження**: закон *збереження електричного заряду* (зберігається сума зарядних чисел ядер і частинок до і після реакції), закон *збереження кількості нуклонів* (виконується в реакціях, в яких не беруть участь частинки і античастинки; зберігається масове число), закон *збереження імпульсу*, закон *збереження енергії*, закон *збереження маси* (потрібно враховувати релятивістську масу частинок і фотонів) та інші закони.

Ядерні реакції, що відбуваються з виділенням енергії, називаються **екзотермічними** ( $DW > 0$ ).

Ядерні реакції, які можуть здійснюватися тільки з поглинанням енергії, називають **ендотермічними** ( $DW < 0$ ).

**Енергетичний вихід**, або енергія ядерної реакції ( $DW$ )

дорівнює різниці енергій ядер і частинок, які утворилися внаслідок реакції, і ядер та частинок, що вступили в реакцію. Енергетичний вихід (тепловий ефект) ядерної реакції можна визначити за формулою:

$$DW = DM \cdot c^2,$$

де  $c$  — швидкість світла у вакуумі,  $DM$  — різниця між сумою мас ядер і частинок, відповідно до і після реакції. Якщо  $DM$  виражати в а.о.м., то енергетичний вихід в МеВ дорівнює:

$$DW = 931,48 DM.$$

Виділення енергії ( $DW > 0$ ) відбувається як у ядерних реакціях поділу важких ядер (наприклад, ланцюгова реакція поділу ядер урану), так і під час реакцій синтезу легких ядер (термоядерні реакції).

Ядерну реакцію поділу ядер урану під дією нейтронів вперше здійснили О. Ган і Ф. Штрассман в 1938 р., механізм поділу був пояснений на основі краплинної моделі



ядра, висунутої Н. Бором, а першу керовану ланцюгову реакцію поділу ядер урану здійснив Е. Фермі в 1942 р.

Пристрій, в якому здійснюється керована ланцюгова реакція поділу ядер (урану, плутонію), називається **ядерним (атомним) реактором**.

Ядерні реакції використовуються на АЕС, підводних човнах і криголомах; некерована ланцюгова реакція поділу ядер ізотопів урану  ${}_{92}\text{U}^{235}$  або плутонію  ${}_{94}\text{Pu}^{239}$  відбувається в атомній бомбі.

Поділ одного ядра атома урану супроводжується виділенням величезної енергії  $\approx 200$  МеВ.

Мінімальна маса розщеплюваної речовини, в якій може протікати ланцюгова реакція поділу ядер, називається **критичною масою**. Величина критичної маси даного ізотопу залежить від форми і розмірів активної зони реактора та властивостей сповільнювача.

**Термоядерними реакціями** називають реакції синтезу (злиття) легких атомних ядер у більш важкі, що відбуваються при високих температурах.

Термоядерні реакції є джерелом реакції Сонця і зір, а також відбуваються у водневій бомбі.

**Перспективними** реакціями для здійснення **керованої термоядерної реакції** є наступні:

