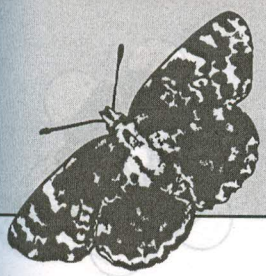


ЗМІСТ

ЗАСНОВНИКИ:
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ,
АКАДЕМІЯ ПЕДАГОГІЧНИХ НАУК УКРАЇНИ

Заснований у 1995 році
Виходить шість разів на рік

Свідоцтво про державну
реєстрацію серія КВ № 1832
від 16.02.1996 р.
Передплатний індекс 74643

№ 3 (37) 2003
ТРАВЕНЬ—ЧЕРВЕНЬ

Схвалено вченою радою Інституту
педагогіки АПН України
(протокол від 02.04.2003 р. № 5)

Головний редактор
Людмила ВЕЛИЧКО

Редакційна колегія:
Ніна БУРИНСЬКА,
Лідія ВАЩЕНКО,
Ольга ДАНИЛОВА,
Микола ІЛЛЄНКО,
Володимир КОВТУНЕНКО,
Михайло КОРНІЛОВ,
Ганна ЛАШЕВСЬКА,
Надія МАТЯШ,
Сергій МЕЖЖЕРІН,
Микола МІРОШНИЧЕНКО,
Світлана МОРОЗЮК,
Микола МУСІЄНКО,
Євгенія НЕВЕДОМСЬКА,
Олександр ПЕРЕПЕЛИЦЯ,
Володимир ПОЗУР,
Павло ПОПЕЛЬ,
Надія ЧАЙЧЕНКО,
Ольга ЯРОШЕНКО

Над номером працювали:
Наталія ДЕМИДЕНКО
(старший науковий редактор,
відповідальна за випуск),
Ніна ЗАГДАНСЬКА (редактор),
Володимир ЛИТВИНЕНКО (художній редактор),
Лариса АЛЕНІНА (технічний редактор),
Євгенія СВЯТИЦЬКА (коректор)

ВИДАВНИЦТВО «ПЕДАГОГІЧНА ПРЕСА»
Директор видавництва
Юрій КУЗНЕЦОВ, тел. 234-41-87
Головний редактор
Олег КОСТЕНКО, тел. 246-71-45
Заступник головного редактора
Василь СМОЛЯНЕЦЬ, тел. 227-00-92
Заступник директора з виробництва
Валентина МАКСИМОВСЬКА, тел. 246-71-45
Головний художник
Володимир ЛИТВИНЕНКО, тел. 246-71-45
Завідувач відділу реалізації, збуту та реклами
Роман КОСТЕНКО, тел. 235-50-53
Адреса редакції журналу, видавництва:
01004, Київ, 4, вул. Басейна, 1/2

Підписано до друку 21.05.2003. Формат 60x84$^1/_8$. Папір
офсет. Друк офсет. Умов. друк. арк. 6,51. Обл.-вид.
арк. 7,5. Наклад 3495 пр. Зам. 3-061. Ціна 7,82 грн.

Підготовка та друк СМП «АВЕРС».
04214, Київ, пр. Оболонський, 36
Свідоцтво про державну реєстрацію ДК № 586
від 05.09.2001 р.

За достовірність фактів, дат, назв тощо відповідають автори. Редакція не завжди поділяє їхні погляди. Листування ведеться на сторінках журналу. Рукописи не повертаються. У разі використання матеріалів посилання на журнал обов'язкове

© «Педагогічна преса», 2003
© «Біологія і хімія в школі», 2003

БІОЛОГІЯ І ХІМІЯ В ШКОЛІ
НАУКОВО-МЕТОДИЧНИЙ ЖУРНАЛ
3/2003

НАУКА — ВЧИТЕЛЕВІ

Юрій ШЕРМОЛОВИЧ, Володимир КОВТУНЕНКО
РЕАКЦІЇ У ДВОФАЗНИХ СИСТЕМАХ — 2
Валентина БОБРИЦЬКА
ПРИРОДЖЕНІ ТА НАБУТІ МЕХАНІЗМИ РЕГУЛЯЦІЇ ПОВЕДІНКИ І ФОРМУВАННЯ ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ — 4

ЗМІСТ, ФОРМИ І МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Ганна ЛАШЕВСЬКА
ЯК НАВЧИТИ УЧНІВ ЗАСТОСОВУВАТИ ЗНАННЯ З ХІМІЇ
Уроки 2, 3. ВОДА — 9
Світлана КИРІЙ
УРОК З ТЕМИ: «УЗАГАЛЬНЕННЯ ЗНАНЬ ПРО РІЗНОМАНІТНІСТЬ РОСЛИННОГО СВІТУ» — 12
Володимир СТАРОСТА
СКЛАДАЄМО ЗАВДАННЯ З ХІМІЇ: ОБЧИСЛЕННЯ ЗА РІВНЯННЯМИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ — 14
Валентина СУРЯДНОВА, Валентин КРАВЧЕНКО
УРОК-ЕКСКУРСІЯ ДО ПРІСНОВОДНОЇ ВОДОЙМИ *(закінчення)* — 20
Валерія КОВТУН, Катерина КАРПЕНКО
УРОК-ЕКСКУРСІЯ З ТЕМИ: «БІОГЕОЦЕНОЗ ШИРОКОЛИСТЯНОГО ЛІСУ» — 26
Л. ТКАЧОВА, В. МАСЛОВА
З ДОСВІДУ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ УЧНІВ З БІОЛОГІЇ — 30
Людмила ЗЛАМАНЮК, Людмила ТКАЧУК, Тетяна ШЕРЕМЕТ
ПРОБЛЕМИ НАВЧАННЯ ХІМІЇ: НАШЕ БАЧЕННЯ ЇХ РОЗВ'ЯЗУВАННЯ — 31
Олександр МАКСИМОВ
КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ АБІТУРІЄНТІВ З ХІМІЇ *(закінчення)* — 33
Олена СЕВЕРИНЕНКО
ЛІТНІ ЗАВДАННЯ УЧНЯМ З БІОЛОГІЇ — 34
Ірина БАЗЕЛЮК
УРОКИ УЖИТКОВОЇ ХІМІЇ.
ЗАСОБИ ДОГЛЯДУ ЗА РОТОВОЮ ПОРОЖНИНОЮ *(закінчення)* — 36
Світлана ГОНЧАРУК
ЯК ЗАЦІКАВИТИ УЧНІВ ДО ВИВЧЕННЯ ХІМІЇ — 38
Тетяна БОЙЧЕНКО
ПРО ВІЛ/СНІД НА УРОКАХ БІОЛОГІЇ ТА ВАЛЕОЛОГІЇ — 40

ЕКОЛОГІЧНИЙ ЗОШИТ

Світлана ШМАЛЄЙ, Тетяна ЩЕРБИНА
ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ВОДИ ТА ҐРУНТУ — 45

ЦІКАВО ПРО ВІДОМЕ

Лілія КУЛІКОВА
АНТИЧНІ МІФИ ПРО ЗАРОДЖЕННЯ МЕДИЦИНИ — 50
ХАРЧОВІ ДОБАВКИ — 52

ЛИСТИ ДО РЕДАКЦІЇ

З ДОСВІДУ РОБОТИ ЕКОЛОГІЧНОГО КЛУБУ «АТЛАНТ» — 55

РІЗНЕ

МЕХАНІЗМ СИНДРОМУ ПЕРЕДЧАСНОГО СТАРІННЯ — 25, 29
ВАКЦИНА ПРОТИ СНІДу — 44
НАНОТРУБКИ СТАЮТЬ МЕНШ ПРИЛИПЛИВИМИ — 55
НАШІ АВТОРИ — 56

На с. 2 обкладинки: Лев СИМИРЕНКО (1855—1920)
На с. 3 обкладинки: БІОГЕОЦЕНОЗ ШИРОКОЛИСТЯНОГО ЛІСУ
До ст. Валерії КОВТУН і Катерини КАРПЕНКО (с. 26—29)

Таблиця

Звіт про подорож

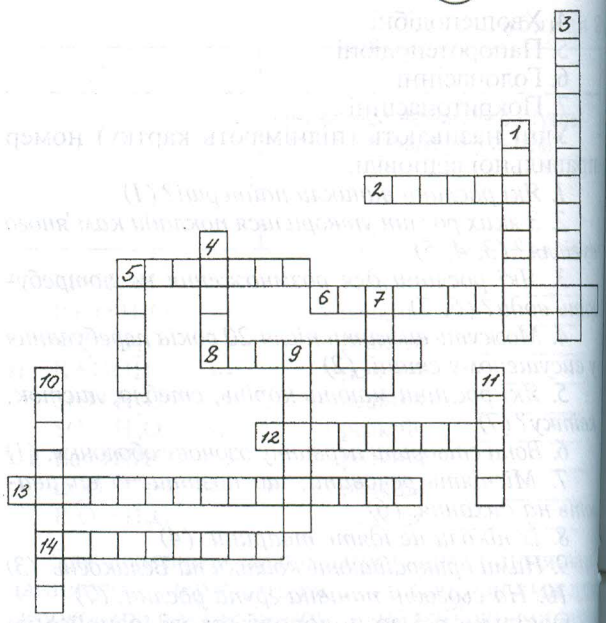
Рослини	Час існування	Переваги будови і життєдіяльності	Недосконалість будови і функцій
Водорості			
Перші наземні рослини			
Вищі спорові			
Голонасінні			
Покритонасінні			

ДОДАТОК

Кросворд «Країна Папоротинія»

По горизонталі: **2.** Осьова частина пагона. **5.** Зібрання спорангіїв у плаунів і хвощів. **6.** Таксон, у життєвому циклі представників якого переважає гаметофіт. **8.** Нестатеве покоління у мохоподібних. **12.** Частина спорогона мохів, у якій розміщений спорангій. **13.** Найбільший за чисельністю таксон, у представників якого молоді листки закручені равликоподібно. **14.** Статеве покоління мохо- і хвощеподібних.

По вертикалі: **1.** Покоління, яке переважає в життєвому циклі плаунів, хвощів, папоротей. **3.** Таксон, представники якого у своєму тілі мають водоносні клітини. **4.** Зібрання спорангіїв у папоротей. **5.** Спеціалізована клітина для нестатевого розмноження. **7.** Рослина з почленованими на вузли і міжвузля пагонами, які розташовуються кільцями. **9.** Органи, якими мохи прикріплюються до ґрунту. **10.** Орган, у якому утворюються спори. **11.** Рівноспорова рослина з дрібними листками, які є виростами стебла.



Відповіді на кросворд

По горизонталі: **2.** Стебло. **5.** Стробіл. **6.** Мохоподібні. **8.** Спорогон. **12.** Коробочка. **13.** Папоротеподібні. **14.** Гаметофіт.

По вертикалі: **1.** Спорофіт. **3.** Хвощеподібні. **4.** Сорус. **5.** Спора. **7.** Хвощ. **9.** Ризоіди. **10.** Спорангій. **11.** Плаун.

Володимир СТАРОСТА

СКЛАДАЄМО ЗАВДАННЯ З ХІМІЇ: ОБЧИСЛЕННЯ ЗА РІВНЯННЯМИ ХІМІЧНИХ РЕАКЦІЙ

Поняття *рівняння хімічної реакції*, як і будь-яке інше, характеризується певним змістом та обсягом. Численні публікації, наприклад [2—4, 8], висвітлюють різні аспекти цього поняття. Проте залишається відкритим питання про можливість складання учителем і учнями та використання навчальних завдань на основі аналізу рівняння хімічної реакції. Ми поставили мету розробити методику навчання учнів розв'язувати та складати завдання з теми «Обчислення за рівняннями хімічних реакцій». Розглянемо *можливості, які можна виявити при аналізі рівняння хімічної реакції і використати в практичній діяльності для проведення різноманітних обчислень, у тому числі складання завдань.*

Оскільки для хімічних реакцій дефектом маси Δm можна знехтувати, то всі обчислення на основі рівняння хімічної реакції базуються на законі збереження маси речовини, який для реакції

$$aA + bB = cC + dD \pm Q_p, \quad (1)$$

де A, B — вихідні речовини; C, D — продукти реакції; *a, b, c, d* — відповідні стехіометричні коефіцієнти; Q_p — тепловий ефект реакції, можна записати в такій формі:

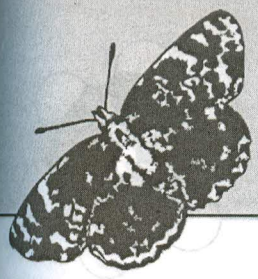
$$m(A) + m(B) = m(C) + m(D), \quad (2)$$

де $m(A)$, $m(B)$, $m(C)$, $m(D)$ — відповідні маси речовин A, B, C, D. Якщо стехіометричні коефіцієнти виражають число структурних одиниць речовини, то рівняння (2) можна записати у формі:

$$am_0(A) + bm_0(B) = cm_0(C) + dm_0(D), \quad (3)$$

де $m_0(A)$, $m_0(B)$, $m_0(C)$, $m_0(D)$ — маси структурних одиниць речовин A, B, C та D відповідно. Вихідне рівняння (1) та відповідні вирази закону збереження маси речовини (2), (3) мають всі властивості алгебраїчного рівняння з погляду

© В. Староста, 2003



проведення математичних перетворень. Помножимо рівняння (3) на число Авогадро N_A:

$$am_0(\text{A})N_A + bm_0(\text{B})N_A = cm_0(\text{C})N_A + dm_0(\text{D})N_A . \quad (4)$$

Оскільки для речовини А: $m_0(\text{A})N_A = M(A)$, для інших речовин — аналогічно, то отримуємо таке рівняння:

$$aM(\text{A})+bM(\text{B})=cM(\text{C})+dM(\text{D}) . \quad (5)$$

Отже, стехіометричні коефіцієнти в рівнянні хімічної реакції можуть означати як число структурних одиниць речовини, так і кількість речовини.

Якщо в рівнянні (1) помножити всі стехіометричні коефіцієнти на деяке позитивне число k, то подальший аналіз дає змогу отримати інформацію, яку можна використати для складання серії аналогічних завдань:

$$kaM(\text{A})+kbM(\text{B})=kcM(\text{C})+kdM(\text{D}) . \quad (6)$$

Величина k може означати число структурних одиниць або кількість речовини, наприклад $\nu(A)=k$ моль. У цьому разі:

$$kM(\text{A}) + \frac{kb}{aM(\text{B})} = \frac{kc}{aM(\text{C})} + \frac{kd}{aM(\text{D})} . \quad (7)$$

Відповідні маси на прикладі двох речовин А і В для кожного випадку становлять:

$$m_1(\text{A}) = aM(\text{A}); \quad m_1(\text{B}) = bM(\text{B});$$

$$m_2(\text{A}) = kaM(\text{A}); \quad m_2(\text{B}) = kbM(\text{B});$$

$$m_3(\text{A}) = kM(\text{A}) ; \quad m_3(\text{B}) = \frac{kb}{aM(\text{B})} .$$

Відношення мас речовин:

$$\frac{m_1(\text{A})}{m_1(\text{B})} = \frac{m_2(\text{A})}{m_2(\text{B})} = \frac{m_3(\text{A})}{m_3(\text{B})} = \frac{aM(\text{A})}{bM(\text{B})} . \quad (8)$$

Аналогічне відношення отримаємо іншим шляхом:

$$\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{am_0(\text{A})}{bm_0(\text{B})} = \frac{am_0(\text{A})N_A}{bm_0(\text{B})N_A} = \frac{aM(\text{A})}{bM(\text{B})} . \quad (9)$$

Відношення мас також можемо представляти з використанням відносних молекулярних мас речовин:

$$\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{am_0(\text{A})}{bm_0(\text{B})} = \frac{a\dfrac{m_0(\text{A})}{\frac{1}{12}m_0(^{12}\text{C})}}{b\dfrac{m_0(\text{B})}{\frac{1}{12}m_0(^{12}\text{C})}} = \frac{aM_r(\text{A})}{bM_r(\text{B})} . \quad (10)$$

Незначна видозміна отриманого рівняння приводить до закону еквівалентних відношень Ріхтера:

$$\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{aM(\text{A})}{bM(\text{B})} = \frac{M(\text{A})/b}{M(\text{B})/a} = \frac{M(f_{\text{екв}}\text{A})}{M(f_{\text{екв}}\text{B})} . \quad (11)$$

Представимо розрахункові можливості рівняння хімічної реакції через відношення стехіометричних коефіцієнтів (знову на прикладі двох речовин):

$$a : b = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) = \frac{\nu(\text{A})}{N_A} : \frac{\nu(\text{B})}{N_A} = N(A) : N(B); \quad (12)$$

$$a : b = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) = [\nu(\text{A}) \cdot V_m] : [\nu(\text{B}) \cdot V_m] =$$
$$= V(\text{A}) : V(\text{B}); \quad (13)$$

$$a : b = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) =$$
$$= \left[\frac{pV(\text{A})}{RT}\right] : \left[\frac{pV(\text{B})}{RT}\right] = V(\text{A}) : V(\text{B}); \quad (14)$$

$$a : b = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) =$$
$$= \left[p(\text{A}) \cdot \frac{V}{RT}\right] : \left[p(V) \cdot \frac{V}{RT}\right] = p(\text{A}) : p(\text{B}); \quad (15)$$

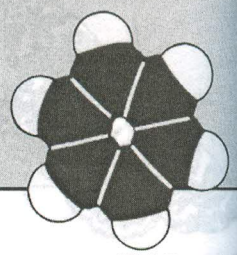
$$a : b = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) = \frac{\nu(\text{A})}{V} : \frac{\nu(\text{B})}{V} = C(\text{A}) : C(\text{B}) , \quad (16)$$

де N, V, p, C — відповідно число структурних одиниць, значення об'єму, парціального тиску та молярні концентрації речовин, що вступили в реакцію. Аналогічні відношення можна записати для всіх стехіометричних коефіцієнтів. Співвідношення (12) може слугувати ілюстрацією закону постійних відношень Пруста (закону сталості складу) за умови утворення дальтонідів. Співвідношення (13) — ілюстрація закону об'ємних відношень Гей-Люссака та наслідку із закону Авогадро про молярний об'єм. Ідентичний до (13) результат (14) отримуємо з використанням рівняння Клапейрона—Менделєєва, що дає змогу зазначити справедливість співвідношень (13), (14) при умові використання об'ємів речовин за однакових умов (температура, тиск). Співвідношення (13), (14), (15), (16) — ілюстрації моделі ідеального газу на прикладі хімічних реакцій (газуваті реагенти чи продукти реакції): (13), (14) — об'єми для газів в умові задачі наведено за однакових температури та тиску; (15) — парціальні тиски для газів в умові задачі наведено за однакових температури та об'єму; (16) — концентрації для газів в умові задачі наведено за однакового об'єму. Таким чином, при формулюванні завдань для обчислень на основі рівняння хімічної реакції у разі газуватих речовин необхідно залежно від шуканих чи відомих фізичних величин указувати відповідні умови (тиск, температура, об'єм). Співвідношення (16) від тиску не залежить, а тому може бути використане і для конденсованих систем, наприклад рідких розчинів.

Отримані рівняння (12)—(16) дають змогу проводити як взаємні обчислення представлених фізичних величин, так і обернені — знаходження стехіометричних коефіцієнтів, а останні можуть надалі слугувати визначенню складу речовин:

$$N(\text{A}) : N(\text{B}) = V(\text{A}) : V(\text{B}) = p(\text{A}) : p(\text{B}) =$$
$$= C(\text{A}) : C(\text{B}) = \nu(\text{A}) : \nu(\text{B}) = a : b . \quad (17)$$

Взаємозв'язок фізичних величин для однієї речовини (на прикладі речовини А):



$$\frac{m_1(\text{A})}{m_2(\text{A})} = \frac{\nu_1(\text{A})}{\nu_2(\text{A})} = \frac{N_1(\text{A})}{N_2(\text{A})} =$$

$$= \frac{V_1(\text{A})}{V_2(\text{A})} = \frac{p_1(\text{A})}{p_2(\text{A})} = \frac{C_1(\text{A})}{C_2(\text{A})} = \frac{Q_1}{Q_2}, \qquad (18)$$

де Q_1, Q_2 — теплові ефекти реакції, що відповідають $m_1(\text{A})$, $m_2(\text{A})$ або $\nu_1(\text{A})$, $\nu_2(\text{A})$ і т. д. Відповідно на прикладі речовин А і В отримуємо:

$$\frac{m(\text{A})}{m(\text{B})} = \frac{aM(\text{A})}{bM(\text{B})} = \frac{N(\text{A})M(\text{A})}{N(\text{B})M(\text{B})} =$$

$$= \frac{V(\text{A})M(\text{A})}{V(\text{B})M(\text{B})} = \frac{p(\text{A})M(\text{A})}{p(\text{B})M(\text{B})} = \frac{C(\text{A})M(\text{A})}{C(\text{B})M(\text{B})}. \qquad (19)$$

Зазначені рівняння дають змогу проводити обчислення таких фізичних величин: маси, кількості речовини, структурних одиниць, об'єму, парціального тиску, концентрації, теплових ефектів. При цьому ретельний вихідний аналіз рівняння хімічної реакції завжди дає інформацію, потрібну для низки обчислень. Це можна ілюструвати на прикладі рівняння (1), якщо всі речовини газуваті:

Кількість речовини згідно з умовою завдання і рівнянням реакції:					
до реакції	$\nu(\text{A})$	$\nu(\text{B})$	0	0	
результат реакції	$\nu(\text{A})a/a$	$\nu(\text{A})b/a$	$\nu(\text{A})c/a$	$\nu(\text{A})d/a$	
після реакції	0	$\nu(\text{B})-\nu(\text{A})b/a$	$0+\nu(\text{A})c/a$	$0+\nu(\text{A})d/a$	
	$a\text{A}$ +	$b\text{B}$ =	$c\text{C}$ +	$d\text{D}$	$+ Q_p$
Згідно з рівнянням реакції					
M (молярна маса), г/моль	$M(\text{A})$	$M(\text{B})$	$M(\text{C})$	$M(\text{D})$	
ν (кількість речовини), моль	a	b	c	d	
m (маса), г	$aM(\text{A})$	$bM(\text{B})$	$cM(\text{C})$	$dM(\text{D})$	
V (об'єм, н. у.), л	aV_m	bV_m	cV_m	dV_m	

Розглянемо деякі типи завдань на обчислення за рівняннями хімічних реакцій.

1. Підбирання стехіометричних коефіцієнтів у схемі реакції на основі закону збереження маси речовини.

Це перші розрахункові тренувальні завдання після введення поняття *рівняння хімічної реакції*, що використовуються для закріплення таких понять: індекс, коефіцієнт, хімічний елемент, речовина, символ, формула, атом, молекула, формульна одиниця тощо, а також формування свідомого використання закону збереження маси речовин.

Приклад 1. На підставі закону збереження маси речовин підберіть стехіометричні коефіцієнти у схемі реакції: $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$.

Можливе таке формулювання: підберіть стехіометричні коефіцієнти у схемі реакції. В останньому випадку до латентної умови входить інформація про підбирання стехіометричних коефіцієнтів на основі закону збереження маси речовин.

Обернені завдання: встановлення в рівнянні чи схемі реакції хімічних формул речовин (ХФР).

Приклад 2. Заповніть пропуски ХФР у рівняннях (а, б, в, г, д) та схемі (е) хімічних реакцій:

а) $\ldots + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$;

б) $\ldots + 2\ldots = CO_2 + 2H_2O$;

в) $CH_x + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O$;

г) $XH_4 + 2O_2 = XO_2 + 2H_2O$;

д) $\ldots + \ldots = CO_2 + 2H_2O$;

е) $\ldots + \ldots \rightarrow CO_2 + H_2O$

Відповідь: а) CH_4; б) CH_4, O_2; в) 4; г) C, Si; д) CH_3OH, O_3; е) вуглеводні та інші органічні речовини складу $C_xH_yO_z$, вуглець, фулерени, карбон(II) оксид.

У прикладі 2 предметом пошуку може бути вся ХФР (а, б, д, е) чи складова ХФР — індекс (в), хімічний елемент (г). У випадку (г, е) завдання буде поліваріантне за відповіддю. Приклад 2, е базується не на розрахунках, а лише на знанні властивостей речовин, проте він включений до загальної схеми, щоб показати як можливий комплект завдань, так і нерозривну єдність якісних та розрахункових завдань.

2. Обчислення масових співвідношень між реагуючими речовинами та продуктами реакції.

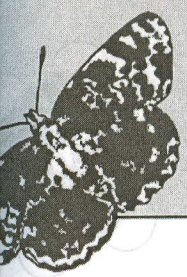
Виконання таких завдань на основі рівняння хімічної реакції проводимо згідно з рівняннями (9), (10), (11). Це операції аналогічні тим, які використовуємо при вивченні хімічних формул.

Обернені завдання: на основі відомих масових співвідношень між речовинами встановити стехіометричні коефіцієнти в рівнянні хімічної реакції, встановити ХФР (індекси, хімічні елементи).

Приклад 3. Визначте алкан, при згорянні якого в атмосфері кисню маса вуглекислого газу 2,75 раза більша за масу алкану.

Розв'язування. Загальна формула алкану та рівняння реакції в цьому разі стають латентною частиною умови завдання. Треба також знати властивості речовин, вміти підбирати коефіцієнти:

Згідно з отриманим рівнянням реакції та після відповідного аналізу складаємо математичне рівняння: $44n/(14n + 2) = 2{,}75$, звідки $n =$ Невідомий алкан — метан CH_4.



мовою $\quad m$ г $\qquad\qquad$ 2,75m г

$$C_nH_{2n+2} + (1{,}5n + 0{,}5)O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O.$$

внянням реакції
а маса) $\quad (14n + 2)$ г/моль $\qquad$ 44 г/моль
ь речовини) $\quad$ 1 моль $\qquad\qquad$ n моль
$\quad (14n + 2)$ г $\qquad\qquad$ $44n$ г

числення співвідношень структурних оди-му, парціального тиску, концентрацій між ми речовинами та продуктами реакції.

кно від агрегатного стану речовин вико-ємо рівняння (12)—(16); наприклад, ре-газуваті — (12)—(16), реакції в розчи-2), (16).

нені завдання: на основі відомого ошення (структурних одиниць, об'єму, ного тиску, концентрацій) між речови-тановити стехіометричні коефіцієнти в і хімічної реакції та інші співвідно-

числення невідомих значень фізичних вели-вини за відомою однією з фізичних величин лькість речовини, об'єм, число структур-ниць, парціальний тиск, концентрація), що ризують реагуючі речовини чи продукти або безпосередньо саму реакцію в цілому ий ефект реакції, вихідний та кінцевий олярну масу суміші тощо).

лік варіантів завдань надзвичайно широ-еякі з них ілюструє табл. 1. Зазначимо, -яка модель об'єкта має певні недоліки. я хімічної реакції як модель реальної взаємодії також їх не позбавлене. На-, використання поняття *число структур-ниць речовини* за умови одиничних чисел е, якщо реакція є елементарною.

клад 4. Визначте (конкретизацію невідо-ічної величини якісно і кількісно прово-чнями) об'єм кисню за н. у., необхідний лювання метану масою 1,6 г.

в'язування. Аналіз рівняння реакції ою:

Згідно з умовою $\quad$ 1,6 г $\qquad$ x л

Згідно з рівнянням реакції $\quad C_nH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O.$

M (молярна маса)	16 г/моль	32 г/моль
ν (кількість речовини)	1 моль	2 моль
m (маса)	16 г	64 г
V (об'єм, н.у.)	22,4 л	44,8 л

Подальше розв'язування можна і бажано проводити різними шляхами, але в кожному разі з ретельним аналізом інформації, яку отримуємо за рівнянням реакції та умовою завдання.

(*Відповідь:* 4,48 л.)

Відомі та невідомі фізичні величини можна змінювати якісно чи кількісно (приклад 5).

Приклад 5 (видозміна умови прикладу 4 і одночасне використання підручника [1, *104*]). Термохімічне рівняння реакції згоряння метану:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}.$$

Визначте теплоту, що виділиться при спалюванні метану масою 1,6 г.

Розв'язування. Аналіз рівняння реакції за умовою:

Згідно з умовою $\quad$ 1,6 г $\qquad$ x кДж

Згідно з рівнянням реакції $\quad CH_4 + 2O_2 = CO_2 + 2H_2O + 890$ кДж.

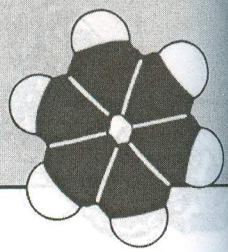
M (молярна маса)	16 г/моль	
ν (кількість речовини)	1 моль	
m (маса)	16 г	

(*Відповідь*: 89 кДж.)

Таблиця 1

Вихідні дані для складання розрахункових задач (прямих) на основі рівняння хімічної реакції

і та фізичні ини	V (об'єм речовини, н. у.)	?	?	?	?
	m (маса)	1,6 г	?	?	?
	N (число структурних одиниць)	?	?	?	?
	ν (кількість речовини)	?	?	?	?
я реакції:		CH_4 +	$2O_2$ =	CO_2 +	$2H_2O$
ація на аналізу реакції	ν (кількість речовини)	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль
	N (число структурних одиниць)	$6 \cdot 10^{23}$ молекул	$12 \cdot 10^{23}$ молекул	$6 \cdot 10^{23}$ молекул	$12 \cdot 10^{23}$ молекул
	m (маса)	16 г	64 г	44 г	36 г
	V (об'єм речовини, н. у.)	22,4 л	$2 \cdot 22{,}4$ л	22,4 л	$2 \cdot 22{,}4$ л



Позитивний мотиваційний ефект щодо виконання та складання завдань має місце, якщо на основі видозмінених вихідних даних учні отримують однакову відповідь.

Приклад 6. Визначте вихідну кількість речовини (або об'єм за н. у., або масу) метану, якщо при його згорянні

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}$$

а) утворився вуглекислий газ масою 4,4 г;

б) затрачено кисень об'ємом 4,48 л (н. у.);

в) утворився вуглекислий газ кількістю речовини 0,1 моль;

г) число молекул утвореного вуглекислого газу становить $0{,}1N_A$;

д) утворилась вода масою 3,6 г;

е) виділилось 89 кДж теплоти.

(*Відповідь*: 0,1 моль.)

Обернені завдання: пошук відомих фізичних величин вихідного завдання; встановлення ХФР на основі відомих значень екстенсивних (об'єм, кількість речовини тощо) та деяких інтенсивних (молярна маса, молярна маса еквівалента, густина, відносна густина тощо) фізичних величин реагентів чи продуктів реакції. Сама хімічна реакція може бути явною чи латентною частиною умови завдання. Як правило, в таких обернених завданнях під час розв'язування ми рухаємось до встановлення молярної маси речовини чи її складових елементів. Використовуючи (11), ми можемо встановлювати молярну масу еквівалента речовини чи складових елементів, тобто також проводити ідентифікацію ХФР.

Приклад 7. Для повного згоряння вуглеводню масою 1,6 г затрачено 4,48 л (н. у.) кисню. Визначте невідому речовину.

Розв'язування. Рівняння реакції з результатами аналізу та обчислень:

	1,6 г		4,48 г	
Згідно з умовою	1,6/(12x + y) моль		0,2 моль	
Згідно з рівнянням реакції	C_xH_y	+	$(x + 0{,}25y)O_2$	$= x\,CO_2 + 0{,}5yH_2O$
M (молярна маса)	(12x + y) г/моль		32 г/моль	
ν (кількість речовини)	1 моль		(x + 0,25y) моль	

1. Кількість речовини кисню:

$$\nu(O_2) = V/V_m = 4{,}48/22{,}4 = 0{,}2 \text{ (моль)}.$$

2. Кількість речовини вуглеводню:

$$\nu(C_xH_y) = m / M = 1{,}6/(12x + y) \text{ (моль)}.$$

3. Кількість речовини вуглеводню згідно з рівнянням реакції та отриманими даними:

$$\nu(C_xH_y) = \nu(O_2)/(x + 0{,}25y) = 0{,}2/(x + 0{,}25y) \text{ (моль)}$$

4. Остаточне рівняння:

$$\nu(C_xH_y) = 1{,}6/(12x + y) = 0{,}2/(x + 0{,}25y).$$

У результаті розв'язування: $x : y = 1 : 4 \Rightarrow CH_4$ – метан.

Приклад 7 є одним із багатьох можливих варіантів формулювання умови оберненої задачі на встановлення ХФР згідно з табл. 2 після проведення найпростіших розрахунків за табл. 1. Складання кожного з них є резервом інтенсифікації навчальної діяльності учнів.

У рамках загального підходу до обчислень за рівнянням хімічних реакцій можна окреслити згідно з чинною програмою з хімії для ЗОШ [7] кілька найпоширеніших елементарних підзадач, які постають при незначних ускладненнях (відгалуженнях) від основного шляху розв'язування.

4.1. Одну з реагуючих речовин узято в надлишку.

Постає підзадача встановлення цієї речовини і проведення подальших обчислень фізичних величин за прикладом 4 за речовиною, що реагує повністю.

Приклад 8. Визначте склад кінцевої суміші об'ємних частках та молярну масу суміші після завершення взаємодії метану масою 1,6 г та кисню об'ємом 8,96 л (н. у.) за умови, що всі речовини перебувають у газуватому стані.

Таблиця

Вихідні дані для складання деяких обернених задач для встановлення ХФР на основі рівняння хімічної реакції

Інформація для складання завдання	V(об'єм речовини, н. у.)	22,4 л	2·22,4 л	22,4 л	2·22,4 л
	m(маса)	16 г	64 г	44 г	36 г
	N(число структурних одиниць)	$6 \cdot 10^{23}$ молекул	$12 \cdot 10^{23}$ молекул	$6 \cdot 10^{23}$ молекул	$12 \cdot 10^{23}$ молекул
	ν (кількість речовини)	1 моль	2 моль	1 моль	2 моль
Рівняння реакції:	$C_xH_y + (x + 0{,}25y)O_2 = xCO_2 + 0{,}5yH_2O$				
Інформація на основі аналізу рівняння реакції	ν (кількість речовини)	1 моль	(x + 0,25y) моль	x моль	0,5y моль
	N(число структурних одиниць)	$6 \cdot 10^{23}$ молекул	(x + 0,25y)·$6 \cdot 10^{23}$ молекул	$6x \cdot 10^{23}$ молекул	0,5y·$6 \cdot 10^{23}$ моле
	m(маса)	(12x + y) г	32(x + 0,25y) г	44x г	18·0,5y г
	V(об'єм речовини, н. у.)	22,4 л	(x + 0,25y)·22,4 л	22,4x л	0,5?22,4 л

'язування. Рівняння реакції з ре-
ми аналізу та обчислень:

речовини згідно
завдання
м реакції:

	0,1 моль		0,4 моль		0 моль		0 моль	
еакції	0,1 моль		$0{,}1 \cdot 2/1 = 0{,}2$ моль		$0{,}1 \cdot 1/1 = 0{,}1$ моль		$0{,}1 \cdot 2/1 = 0{,}2$ моль	
ії	0 моль		0,.4 − 0,2 = 0,2 моль		0,1 моль		0,2 моль	
внянням реакції	CH_4	+	$2O_2$	=	CO_2	+	$2H_2O$.	
речовини)	1 моль		2 моль		1 моль		2 моль	

ні частки речовин у суміші після завер-
еакції:

$(O_2) = \nu(O_2)/\nu$ (суміші) $= 0{,}2/0{,}5 = 0{,}4$;

гічно

$_2) = \chi(CO_2) = 0{,}1/0{,}5 = 0{,}2$;

$O) = \chi(H_2O) = 0{,}2/0{,}5 = 0{,}4$;

міш) $= \chi(O_2)M(O_2) + \chi(CO_2)M(CO_2) +$

$_2O)M(H_2O) = 14{,}4$ (г/моль).

з рівняння реакції також указує, що ма-
маса суміші до і після взаємодії не
ься, бо не змінюється кількість речо-

ені завдання: встановлення речовини, що
шку, за відомими фізичними величина-
уктів реакції та вихідних речовин; усі
завдання щодо прикладу 4.

лад 9. Після взаємодії метану і кисню
ась газова суміш, що містить кисень
о речовини 0,2 моль, а її молярна маса
ть 14,4 г/моль. Визначте масу метану.

в'язування. Рівняння реакції з ре-
ми аналізу та обчислень:

речовини згідно
завдання
им реакції:

	x моль		$(2x + 0{,}2)$ моль		0 моль		0 моль	
реакції	x моль		$x \cdot 2/1 = 2x$ моль		$x \cdot 1/1 = x$ моль		$x \cdot 2/1 = 2x$ моль	
ції	0 моль		0,2 моль		x моль		$2x$ моль	
рівнянням реакції	CH_4	+	$2O_2$	=	CO_2	+	$2H_2O$.	
ть речовини)	1 моль		2 моль		1 моль		2 моль	

міш) $= \chi(O_2)M(O_2) + \chi(CO_2)M(CO_2) +$

$_2O)M(H_2O) = \frac{0{,}2}{0{,}2+3x} \cdot 32 + \frac{x}{0{,}2+3x} \cdot 44 +$

$\frac{x}{0{,}2+3x} \cdot 18 = 14{,}4 \Rightarrow x = 0{,}1$ (моль);

$_4) = \nu(CH_4)M(CH_4) = 0{,}1 \cdot 16 = 1{,}6$ (г).

Речовина-реагент входить до складу суміші.
агуючій системі містяться домішки (інші
ни), які не беруть участі в реакції. Постає
на встановлення значення фізичної вели-
ло характеризує вміст домішки чи речови-
ни-реагента (маса, об'єм тощо). Вміст речовини-реагента може бути представлений також її часткою (масова, об'ємна, молярна) у суміші з іншими домішками, концентрацією в розчині, молярною масою суміші та ін.

Приклад 10 (видозміна умови прикладу 4). Визначте об'єм повітря (н. у.), необхідний для спалювання метану масою 1,6 г. Об'ємна частка кисню в повітрі становить 0,2. (*Відповідь*: 22,4 л.)

Обернені завдання: встановлення частки чи концентрації речовини-реагента в суміші; встановлення фізичних величин вихідної суміші (маса, об'єм, молярна маса тощо); всі обернені завдання щодо прикладу 4.

4.3. Втрати під час перебігу реакції.

Постає підзадача встановлення величини цих втрат чи практичного виходу. Вихід реакції можна визначати за допомогою різних фізичних величин (маса, кількість речовини, число структурних одиниць, об'єм, парціальний тиск, концентрація, тепловий ефект):

$$\eta = \frac{m_{практ}}{m_{теор}} = \frac{\nu_{практ}}{\nu_{теор}} = \frac{N_{практ}}{N_{теор}} = \frac{V_{практ}}{V_{теор}} =$$

$$= \frac{p_{практ}}{p_{теор}} = \frac{C_{практ}}{C_{теор}} = \frac{Q_{практ}}{Q_{теор}} . \qquad (20)$$

Приклад 11 (видозміна умови прикладу 4). Термохімічне рівняння реакції згоряння метану:

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O + 890 \text{ кДж}.$$

Визначте теплоту, яка виділяється внаслідок згоряння метану масою 1,6 г, якщо практичний вихід становить 80 %. (*Відповідь*: 71,2 кДж.)

Обернені завдання: обчислення параметрів вихідних речовини за відомими продуктами реакції та їх виходами; встановлення виходу продуктів реакції за відомими параметрами вихідних речовин та продуктів реакції; всі обернені завдання щодо прикладу 4.

5. Обчислення теплового ефекту реакції.

Аналіз на прикладі кількох рівнянь реакцій із зазначеними тепловими ефектами дає змогу вивести наслідок із закону Гесса.

$Q_р = \Sigma Q_{утв}(\text{прод. реакції}) - \Sigma Q_{утв}(\text{реагенти})$, або

$$Q_р = [cQ_{утв}(C) + dQ_{утв}(D)] - [aQ_{утв}(A) + bQ_{утв}(B)], \quad (21)$$

де $Q_{утв}(A)$, $Q_{утв}(B)$, $Q_{утв}(C)$, $Q_{утв}(D)$ — відповідні теплоти утворення речовин A, B, C, D.

6. Обчислення швидкості реакції. Якщо реакція (1) елементарна, то закон дії мас у кінетиці хімічних реакцій записується в формі

$$V = kC_A^a C_B^b, \quad (22)$$

де C_A, C_B — молярні концентрації речовин A і B, k — константа швидкості хімічної реакції.

7. Обчислення константи рівноваги. Якщо реакція (1) оборотна: $aA + bB \rightleftarrows cC + dD$, то константа рівноваги $K_р$:

$$K_р = \frac{[C]^c[D]^d}{[A]^a[B]^b}, \quad (23)$$

де [A], [B], [C], [D] — відповідні рівноважні концентрації речовин.

Таким чином, *кожне рівняння хімічної реакції може стати основою для різноманітних обчислень за різними умовами задач.* Однак не варто абсолютизувати умову задачі, бо в ній можуть бути надлишкові дані, що потребують додаткових запитань тощо. Важливо кожного разу детально аналізувати всі логічні етапи завершеної чи майбутньої задачі, які стають усвідомленим алгоритмом наступних самостійних дій кожного учня. Безперечно, що крім наведених можливі інші комбіновані завдання, які включають окремі підзавдання, наприклад комбінація прикладів 4.1 + 4.3 та ін. Складання завдань та їх можливих комбінацій є резервом інтенсифікації навчальної діяльності учнів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Буринська Н. М., Величко Л. П. Хімія, 10 кл.: Підруч. для серед. загальноосвіт. шк. — К.: Перун, 1998. — 176 с.

2. Дорофеев М. В. Что скрывается за уравнением химической реакции? // Химия в шк. — 1997. — № 4. — С. 20—23.

3. Курдюмова Т. Н. О границах применения химических уравнений // Химия в шк. — 1997. — № 4. — С. 23—25.

4. Краснянский А. В. Информационная красота химического уравнения // Химия в шк. — 1999. — № 6. — С. 43—49.

5. Попель П. П. Складання рівнянь хімічних реакцій. — К.: Рута, 2000. — 128 с.

6. Програма з хімії для середньої загальноосвітньої школи: Хімія, 8—11 кл. — К.: Перун, 1997. — 30 с.

7. Шмуклер Е. Г. Если присмотреться к химическому уравнению: В кн.: Шмуклер Е. Г. Собрание химических этюдов, 2000. — С. 42—49.

Валентина СУРЯДНОВА, Валентин КРАВЧЕНКО

УРОК-ЕКСКУРСІЯ ДО ПРІСНОВОДНОЇ ВОДОЙМИ[1]

Разом з ранатрою часто можна побачити і водяного скорпіона, який належить до родини водяних скорпіонів (мал. 3, *4*)[2]. Тіло цього клопа досягає завдовжки 2—3 см, плоске, сіро-буре. На задньому кінці є дихальна трубка довжиною 11 мм. Передні кінцівки хватального типу: саблеподібні гомілки можуть входити до спеціальної ямки стегон. Жертва затискується між цим апаратом і висмоктується сисним ротовим хоботком. Дихає водяний скорпіон повітрям, виставляючи дихальну трубку на поверхню води.

Дуже цікавий і клоп хребтоплав, або «водяна оса» (мал. VII, *1*)[3]. Він належить до родини хребтоплавів. Тіло велике — до 16 мм. Надкрила жовті, під водою сріблясті. Задні кінцівки плавального типу, вони не мають кігтиків і покриті довгими волосками. Надкрила з перетинкою, яка характерна для всіх клопів. Добре літає. У воді плаває спиною донизу, часто зависаючи у верхніх шарах водойми і чекаючи на здобич: мальків риб, коників, які необачно падають у воду, личинок комах тощо. Свій колючо-сисний хоботок підгинає до грудей, але схопивши жертву передніми ногами, проколює тіло жертви і випиває кров. Хоботок сильний і небезпечний навіть для необережної людини: він проколює шкіру і в рану потрапляє слина хребтоплава, яка спричиняє біль, ніби вас ужалила оса чи бджола.

У водоймах стоячих або слабко-проточних часто можна побачити клопа-гребляка, який належить до родини гребляків. Це невеликий клоп розміром до 8—10 мм, хижак. Має плавальні задні кінцівки, плаває спиною догори.

Часто в гідрологічні сачки потрапляє ще один представник водяних клопів — плавт. Це про

[1] *Закінчення.* Початок див.: «Біологія і хімія в шк.» — 2003. — № 2.

[2] «Біологія і хімія в шк.» — 2003. — № 2. — С. 27.

[3] Там само. — С. 3 обклад.

© В. Суряднова, В. Кравченко, 2003