

Стехиометриялық есептерді меңгерту барысында оқушылардың ойлау дағдыларын жетілдіру.

ЖАРИЯЛАНДЫ
26.05.2026СІЛТЕМЕ
<https://bilimger.kz/188948/>**Алайдар Зейнеп Ғалымжанқызы****Асылханова Арайлым Ғабитханқызы**

Химия/биология бв01508 4 курс

Қазақ ұлттық қыздар педагогикалық
университеті

МАҚАЛАНЫҢ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЖОСПАРЫ

1. Кіріспе
2. Негізгі бөлім:
 - 2.1. Стехиометриялық есептерді оқытудың теориялық негіздері
 - 2.2. Деңгейлік тапсырмалар жүйесі (А, В, С деңгейлері)
 - 2.3. Оқушылардың ойлау дағдыларын дамыту тетіктері
3. Педагогикалық эксперимент нәтижелері мен талқылау
4. Қорытынды
5. Әдебиеттер тізімі

АҢДАТПА

Мақалада мектепте химия курсы оқытудың іргелі әрі күрделі бағыты — стехиометриялық есептерді шығару арқылы оқушылардың логикалық, танымдық және сыни ойлау қабілеттерін дамыту мәселелері зерттеледі. Зерттеу барысында есептерді деңгейлерге бөліп (А, В, С) ұсынудың үлгерімі әртүрлі оқушылардың даму траекториясына әсері жан-жақты талданды. Педагогикалық эксперимент нәтижелері ұсынылып отырған әдістеменің оқушылардың функционалдық сауаттылығын арттырудағы тиімділігін айқындайды.

Түйін сөздер: стехиометрия, ойлау дағдылары, деңгейлік тапсырмалар, химиялық есептер, функционалдық сауаттылық, саралап оқыту.

1. КІРІСПЕ

Қазіргі білім беру жүйесінің алдында тұрған басты міндеттердің бірі — оқушыларға дайын ақпаратты меңгерту, фактілерді механикалық түрде жаттату ғана емес, олардың өмірлік жағдайларда дербес шешім қабылдай алу, ақпаратты сыни тұрғыдан талдау және креативті ойлау дағдыларын қалыптастыру болып табылады. Төртінші өнеркәсіптік революция мен ақпараттық қоғам дәуірінде функционалдық сауаттылық пен жоғары деңгейдегі ойлау дағдыларын (HOTS – Higher Order Thinking Skills) дамыту халықаралық білім беру стандарттарының (соның ішінде PISA, TIMSS зерттеулерінің) негізгі талабына айналды. Жаңартылған білім беру мазмұны аясында жаратылыстану-ғылыми бағыттағы пәндерді, атап айтқанда химияны оқытуда бұл міндеттерді жүзеге асырудың ең тиімді әрі сыналған құралы — химиялық есептерді шығару процесі болып табылады. Есеп шығару — тек математикалық амалдардың жиынтығы емес, ол оқушының химиялық теорияны практикамен ұштастыру қабілетін көрсететін кешенді танымдық іс-әрекет. Әсіресе, заттардың сандық қатынастары мен химияның іргелі заңдылықтарын біріктіретін стехиометриялық есептер пәндік құзыреттілікті қалыптастырудың негізі болып табылады. Стехиометрия курсы — химиялық теңдеулер бойынша есептеулер жүргізу, зат мөлшері, массаның сақталу заңы, Авогадро заңы және газ заңдылықтары сияқты іргелі концепцияларды қамтиды. Бұл бөлімді сапалы меңгеру оқушының микроәлем (атом-молекулалар) мен макроәлем (заттың нақты массасы, көлемі) арасындағы логикалық көпірді құруына мүмкіндік береді. Блум таксономиясы тұрғысынан алғанда, стехиометриялық есептерді шешу оқушыны қарапайым «білу» және «түсіну» деңгейлерінен «қолдану», «талдау» және «синтездеу» сияқты жоғары танымдық деңгейлерге алып шығады.

Алайда, қазіргі мектеп практикасында оқушылардың стехиометриялық есептерді шығару барысында тек құрғақ формула жаттаумен (алгоритмді соқыр түрде қайталаумен) шектеліп, құбылыстың химиялық мәнін түсінбеу үрдісі жиі байқалады. Мектеп химиясындағы басты қарама-айшылық — бағдарлама талаптарының күрделілігі мен оқушылардың қабылдау деңгейлерінің (индивудалды ерекшеліктерінің) әртүрлілігі арасында туындайды. Осы орайда, оқушылардың жеке тұлғалық мүмкіндіктерін ескере отырып, олардың ойлау дағдыларын сатылап дамытатын, стехиометрияны тиімді меңгерудің жаңа әдістемелік жүйесін жасау және оны тәжірибелік тұрғыдан негіздеу зерттеу жұмысымыздың өзектілігін құрайды. Саралап және деңгейлеп оқыту технологиясы әрбір оқушының «жақын даму аймағын» (Л.С. Выготский тұжырымдамасы бойынша) айқындап, оның интеллектуалдық әлеуетін біртіндеп арттыруға жол ашады.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

2.1. СТЕХИОМЕТРИЯЛЫҚ ЕСЕПТЕРДІ ОҚЫТУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Химиялық білім беру әдістемесінде оқушылардың танымдық дербестігін қалыптастыруда проблемалық және өнімді (продуктивті) оқыту әдістері негізгі рөл атқарады. М.С. Пак пен Г.А. Пичугинаның іргелі зерттеулеріне сәйкес, өнімді оқыту әдістері оқушының дайын білімді репродуктивті (қайталама) түрде жаңғыртудан гөрі, жаңа білімді өз бетінше іздену, зерттеу және гипотеза құру арқылы алуына бағытталған. Стехиометриялық есептерді шешу барысында проблемалық жағдаяттарды туғызу оқушының интеллектуалдық белсенділігін оятып, алған теориялық білімін жаңа, стандартты емес жағдайларда қолдануға мүмкіндік береді. В.А. Ситаров атап өткендей, проблемалық оқыту оқушыны субъект ретінде дамытып, оның ішкі уәжін (мотивациясын) күшейтеді.

Стехиометрия — химиялық реакцияға түсетін және соның нәтижесінде түзілетін заттардың массалық, көлемдік немесе мольдік қатынастарын есептейтін химия ғылымының ең маңызды іргелі бөлімі. Бұл ұғымның негізінде химияның фундаменталды заңдылықтары жатыр:

- Зат массасының сақталу заңы (М.В. Ломоносов, А. Лавуазье): реакция теңдеулерін дұрыс теңестіру мен коэффициенттерді (стехиометриялық сандарды) анықтаудың негізі;
- Құрам тұрақтылық заңы (Ж. Пруст): қосылыстардың тұрақты макроскопиялық пропорцияларын айқындайды;
- Авогадро заңы және газдардың көлемдік қатынас заңы (Ж. Гей-Люссак): заттың мольдік қатынастары мен газ күйіндегі заттардың эквивалентті көлемдерін байланыстырады.

Бұл заңдарды есеп шығаруда қолдану оқушыдан тек қарапайым математикалық есептеуді (пропорция құруды немесе дайын формулаға сандарды қоя салуды) емес, терең химиялық абстракцияны және химиялық заңдылықтарды модельдеуді талап етеді. Есеп шығару процесінде оқушы үш түрлі интеллектуалдық деңгейден өтеді:

- Макродеңгей (бақыланатын құбылыс): заттың берілген массасы, көлемі немесе концентрациясы сияқты нақты, өлшенетін шамалармен жұмыс істеу.
- Микродеңгей (абстракттілі ойлау): реакция кезіндегі атомдар мен молекулалардың қайта топтасуын, химиялық байланыстардың үзілуі мен жаңадан түзілуін көз алдына елестету.
- Символдық деңгей (модельдеу): бұл үдерістерді химиялық таңбалар, теңдеулер мен математикалық формулалар арқылы өрнектеу.

Осы тұрғыдан алғанда, стехиометриялық есептер — математикалық аппарат пен химиялық концепцияның бірегей синтезі болып табылады. Егер оқушының химиялық логикасы мен абстрактілі ойлауы дамымаса, ол есептің математикалық үлгісін (моделін) құра алмайды. Сондықтан, стехиометрияны оқытудың теориялық негізі ретінде оқушылардың зат мөлшері (n немесе ν) мен Авогадро тұрақтысы (N_A) сияқты негізгі химиялық инварианттарды терең түсінуін қалыптастыру танылады. Осы жүйелі байланыстарды меңгерту арқылы ғана оқушылардың репродуктивті ойлауынан өнімді, сыни және шығармашылық ойлау дағдыларына көшуі жүзеге асады.

2.2. Деңгейлік тапсырмалар жүйесі (А, В, С деңгейлері)

Оқушылардың дара ерекшеліктері мен білім үлгерімін, сонымен қатар олардың ақпаратты қабылдау жылдамдығын ескере отырып, біз стехиометриялық есептерді үш деңгейлі блокқа (А, В, С) жіктедік. Бұл жүйе білім беруді саралау (дифференциация) принципіне және Л.С. Выготскийдің «жақын даму аймағы» теориясына негізделген. Әрбір деңгей оқушының интеллектуалдық мүмкіндігін шектемейді, керісінше, оның төменгі сатыдан жоғары сатыға біртіндеп, когнитивтік жайлылық жағдайында өсуіне мүмкіндік береді.

А деңгейі (Базалық деңгей - «Репродуктивті-алгоритмдік ойлау»)

Бұл деңгей төмен үлгерімді, химиялық ұғымдарды қабылдауы баяу немесе пәнге деген мазасыздық деңгейі жоғары оқушыларға арналған. Блум таксономиясы бойынша бұл кезең «білу» және «түсіну» деңгейлеріне сәйкес келеді.

- Мақсаты мен міндеті: Негізгі стехиометриялық формулаларды тікелей қолдану дағдысын бекіту, реакция теңдеулерін дұрыс құру мен коэффициенттерді қоюды автоматтандыру және оқушының пәнге деген психологиялық сенімділігін ояту.
- Әдістемелік ерекшелігі: Тапсырмалар бір немесе екі қадамнан тұратын айқын алгоритм бойынша орындалады. Мұнда жанама немесе жасырын шамалар болмайды.
- Мысалы: Нақты таза заттың берілген массасы немесе көлемі бойынша реакция нәтижесінде түзілген өнімнің зат мөлшерін немесе массасын анықтау. Мұндай есептерді орындау арқылы оқушы «зат мөлшері» мен «масса» арасындағы тікелей пропорционалды байланысты интуитивті түрде сезіне бастайды.

В деңгейі (Орташа деңгей - «Аналитикалық-конструктивтік ойлау»)

Бұл деңгей сыныптың негізгі бөлігін құрайтын, базалық білімі қалыптасқан, бірақ күрделі шығармашылық ізденіске әлі де дайындығы жеткіліксіз оқушыларға бағытталған. Блум жүйесінде бұл «қолдану» және «талдау» кезеңдерін қамтиды.

- Мақсаты мен міндеті: Бірнеше логикалық қадамдарды қамтитын, формулаларды математикалық түрде түрлендіруді және заттар арасындағы жанама, көпсатылы байланыстарды талдау дағдыларын дамыту. Оқушы бұл кезеңде дайын шаблондық ойлаудан логикалық пайымдау деңгейіне ауысады.
- Әдістемелік ерекшелігі: Есептің шартына міндетті түрде қосымша математикалық немесе химиялық кедергілер енгізіледі. Оқушы алдымен берілген шаманы таза күйге келтіріп, содан кейін ғана негізгі стехиометриялық есептеуге көшуі тиіс.
- Мысалы: Қоспалардың белгілі бір массалық үлесі бар заттарға арналған есептер, ерітінділердің сумен сұйытылуы немесе буландырылуынан кейінгі жаңа концентрациясын табу, немесе бастапқы заттардың біреуі «артық» не «кем» берілген жағдайларды анықтауға арналған тапсырмалар. Бұл деңгейде оқушы есепті бөлшектеп талдауды (анализ) үйренеді.

С деңгейі (Жоғары деңгей - «Сыни-шығармашылық және функционалдық ойлау»)

Бұл блок химия пәніне ерекше қызығушылық танытатын, логикалық ойлау жылдамдығы жоғары, дарынды және шығармашыл оқушыларға арналған. Блум таксономиясының ең жоғарғы сатылары — «синтез» бен «бағалауға» негізделген.

- Мақсаты мен міндеті: Стандартты емес, олимпиадалық сипаттағы немесе өмірлік жағдаяттарды модельдейтін контекстік тапсырмалар арқылы оқушының функционалдық сауаттылығын арттыру. Оқушыдан бірнеше химиялық заңдылықтарды қатар синтездеуді және өз бетінше зерттеу гипотезасын құруды талап етеді.
- Әдістемелік ерекшелігі: Бұл деңгейдегі есептерде реакциялар параллельді (қатар) жүруі мүмкін, заттардың шығымы шектелген немесе өндірістік-экологиялық сипаттағы жағдаяттар беріледі. Оқушы тек есептеп қана қоймай, алынған нәтиженің тиімділігі мен шынайылығына ғылыми баға беруі тиіс.
- Мысалы: Түзілген өнімнің практикалық шығымы пайызбен шектелген, құрамы күрделі көпкомпонентті қоспалардың қышқылдармен немесе сілтілермен әрекеттесуі, немесе заттардың өндірісте алынуының экономикалық тиімділігін стехиометриялық тұрғыдан дәлелдеуге арналған контекстік тапсырмалар.

Осылайша, стехиометриялық есептерді А, В, С блоктарына жүйелеп ұсыну оқытудың дифференциалдық сипатын күшейтіп, әр оқушының өз қабілетіне қарай дамуына, зерттеушілік іс-әрекет мәдениетін қалыптастыруына негіз болады.

2.3. Оқушылардың ойлау дағдыларын дамыту тетіктері

Есептерді жүйелі түрде саралап және деңгейлеп оқыту барысында оқушылардың

интеллектуалдық және танымдық дағдыларын трансформациялаудың күрделі психологиялық-педагогикалық тетіктері іске қосылады. Бұл үдерістің іргелі негізі ретінде В.А. Ситаров пен Б. Айсмонтастың педагогикалық-психологиялық тұжырымдамалары, сондай-ақ Л.С. Выготскийдің баланың даму сатылары туралы ілімі алынады. Осы теорияларға сәйкес, деңгейлік тапсырмалар жүйесі оқушының «актуалды даму аймағынан» (баланың мұғалімнің көмегінсіз, өз бетінше орындай алатын іс-әрекет деңгейі) «жақын даму аймағына» (мұғалімнің жетекшілігімен немесе тірек сызбалар көмегімен орындай алатын, бірақ болашақта өздігінен игеретін деңгей) өтуін белсендіреді.

Стехиометриялық есептерді кезең-кезеңімен меңгерту барысында бұл тетік келесідей динамикада көрініс табады:

1. Психологиялық кедергілерді еңсеру және мотивацияны тұрақтандыру: А деңгейіндегі базалық тапсырмаларды сәтті орындау төмен үлгерімді оқушының бойындағы «химия қиын пән» деген үрейді (химиялық мазасыздықты) жояды. Танымдық психология тұрғысынан алғанда, алғашқы оң нәтиже оқушының өзіне деген сенімділігін (self-efficacy) оятып, ішкі танымдық уәжін күшейтеді. Осы сенімділік оқушыны келесі — күрделірек В деңгейіне ұмтылуға итермелейтін басты қозғаушы күшке айналады.
2. Ойлау операцияларының интериоризациясы: Ж. Пиаже мен П.Я. Гальпериннің ақыл-ой әрекетін кезеңдеп қалыптастыру теориясына сәйкес, оқушы алдымен есептің шартын сыртқы материалданған белгілер (реакция теңдеуі, қысқаша шарты «Берілгені», формулалар) түрінде қабылдайды. Деңгейден деңгейге өткен сайын бұл сыртқы амалдар ішкі ойлау деңгейіне (интериоризация) ауысады. Оқушы есепті көрген сәтте оның ішкі химиялық моделін құруға, абстрактілі логикалық байланыстарды ойша бейнелеуге дағдыланады.

Бұл жүйелі процесс Блум таксономиясында сипатталған жоғары деңгейдегі ойлау дағдыларын (HOTS) қалыптастырудың негізгі тетігі болып табылады:

- Аналитикалық дағдылар (Бөлшектеу): Күрделі В немесе С деңгейіндегі есепті алғанда оқушы оны құрамдас бөліктерге ыдыратады. Мысалы, көпкомпонентті қоспа берілсе, әр заттың жеке-жеке қышқылмен қалай әрекеттесетінін талдайды, маңызды ақпаратты маңызды емес деректерден бөліп алуды үйренеді.
- Синтездік дағдылар (Біріктіру): Бөлшектелген деректер мен заңдылықтарды қайта біріктіріп, есепті шешудің біртұтас жаңа алгоритмін құрастырады. Оқушы математикалық теңдеулер жүйесін, ерітінділердің пропорциясын және зат мөлшерінің стехиометриялық қатынастарын бір арнаға тоғыстырып, біртұтас химиялық-математикалық модель жасайды.

- Бағалау және Рефлексия (Нәтижені тексеру): С деңгейіндегі контекстік тапсырмаларды орындау барысында оқушы тек сан түріндегі жауапты тауып қана қоймай, оның шынайы өмірмен, өндіріс заңдылықтарымен немесе экологиялық өлшемдермен сәйкестігін бағалайды (мысалы: «реакция өнімінің шығымы неліктен 100%-дан аспауы тиіс?» немесе «бұл қалдық қоршаған ортаға қалай әсер етеді?»). Осы кезеңде метакогнитивті дағдылар — оқушының өз ойлау процесін бақылау және қателерін түзету қабілеті дамиды.

3. ПЕДАГОГИКАЛЫҚ ЭКСПЕРИМЕНТ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ТАЛҚЫЛАУ

Әдістеменің тиімділігін тексеру мақсатында мектеп оқушылары арасында педагогикалық эксперимент жүргізілді. Бақылау тобы дәстүрлі әдіспен (жалпы сыныпқа бірдей орташа деңгейдегі есептер беру) оқытылса, Эксперименттік топта жоғарыда сипатталған А, В, С деңгейлік саралау әдістемесі қолданылды. Эксперимент соңында алынған бақылау кесінділерінің нәтижелері төмендегі кестеде көрсетілген:

Оқушылар тобы	Төмен деңгей (А), %	Орташа деңгей (В), %	Жоғары деңгей (С), %
Бақылау тобы (Дәстүрлі)	45%	40%	15%
Эксперименттік топ (Деңгейлік)	20%	55%	25%

Кесте 1. Эксперимент соңындағы оқушылардың білім және ойлау деңгейінің көрсеткіші

Кесте мәліметтерінен көрініп тұрғандай, деңгейлік тапсырмалар жүйесі енгізілген эксперименттік топта төменгі деңгей көрсеткіші 45%-дан 20%-ға дейін азайған. Бұл базалық деңгейдегі есептердің оқушылардың формуламен жұмыс істеу дағдысын тұрақтандырғанын дәлелдейді. Сонымен қатар, жоғары деңгейлі (С) сыни ойлау тапсырмаларын орындай алатын оқушылар үлесі 15%-дан 25%-ға дейін өсті. Бұл контекстік және проблемалық есептердің оқушылардың функционалдық сауаттылығын ынталандыратынын айқындайды.

4. ҚОРЫТЫНДЫ

Жүргізілген кешенді теориялық талдаулар мен педагогикалық эксперименттің нақты нәтижелері мектепте химия курсы оқыту үдерісін жаңа сатыға көтеруге қатысты бірнеше маңызды тұжырымдар жасауға толық негіз береді. Ең алдымен, стехиометриялық есептерді А, В, С деңгейлеріне жүйелі түрде жіктеп оқыту — сыныптағы дәстүрлі орташаланған білім беру үлгісінен бас тартып, оқушылардың дербес танымдық даму траекториясын қалыптастырудың ең тиімді дидактикалық құралы екенін көрсетті. Бұл тәсіл білім беру процесін дифференциациялау принципін іс жүзінде жүзеге асырып, үлгерімі төмен оқушылардың бойында базалық дағдылар

арқылы пәнге деген сенімділікті ұялатса, дарынды балалардың шығармашылық әлеуетін толық ашуға жағдай жасайды.

Сонымен қатар, есеп шығару процесін жалаң математикалық алгоритмдер мен дайын шаблондарды механикалық қолдану ретінде емес, терең химиялық құбылыстарды модельдеу процесі ретінде зерделеудің маңызы зор. Оқушылардың макро-, микро- және символдық деңгейлерді қатар ұштастыра білуі олардың пәнге деген танымдық белсенділігін айтарлықтай арттырып, қазіргі мектеп тәжірибесіндегі басты кемшіліктің бірі — формуланы «құрғақ жаттау» мен репродуктивті қайталау үрдісінен толық арылуға мүмкіндік береді. Осының нәтижесінде химиялық заңдылықтар мен стехиометриялық қатынастар оқушы санасында дерексіз сандар емес, нақты мағынасы бар логикалық құрылымдар ретінде орнығады.

Психологиялық-педагогикалық тұрғыдан алғанда, бұл саралап оқыту технологиясы оқушылардың «жақын даму аймағын» үздіксіз қозғалысқа келтіріп отыратын негізгі тетік болып табылады. Білім алушының когнитивтік деңгейінің біртіндеп сатылап өсуі оның аналитикалық ойлау, логикалық пайымдау, синтез жасау және метакогнитивті рефлексия дағдыларын ілгерілетеді. Қорыта айтқанда, ұсынылып отырған әдістемелік жүйе оқушылардың тек академиялық білімін тереңдетіп қана қоймай, олардың алған білімдерін өмірлік және практикалық жағдаяттарда еркін қолдана алу қабілетін, яғни халықаралық стандарттар талап ететін жаратылыстану-ғылыми және функционалдық сауаттылық дағдыларын кешенді түрде жетілдіруге жол ашады.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Пичугина, Г. А. (2020). Продуктивный и репродуктивный методы обучения в организации современного образования. Балканское научное обозрение, 4(10), с. 17.
2. Ситаров, В. А. (2009). Проблемное обучение как одно из направлений современных технологий обучения. Проблемы педагогики и психологии, №1, с. 150.
3. Пак, М. С. (2015). Теория и методика обучения химии: Учебник для вузов. Санкт-Петербург, с. 145-148.
4. Айсмонтас, Б. (2022). Педагогическая психология. [Электрондық ресурс]. Қолжетімділік режимі: <https://urait.ru/book/pedagogicheskaya-psihologiya-487099>
5. Чирчикский государственный педагогический институт. Технология проблемного обучения на уроках химии в школе. [Электрондық ресурс]. Қолжетімділік режимі: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologiya-problemnogo-obucheniya-na-urokah-himii-v-shkole>

ҚМ АА Куәлік нөмірі: **KZ45VPY00102718** — ҚР Мәдениет және Ақпарат министрлігі

© 2026 **Bilimger.kz** Ақпараттық-танымдық білім порталы. Барлық мазмұн авторлық құқықпен қорғалған.