

А.С.Кудусов, Э.К.Мусенова

Е.А.Бөкетов атындағы Қарағанды мемлекеттік университеті (E-mail: emusenova@mail.ru)

Стандартты емес есептерді шығару әдістемесі

Есептерді шартты түрде шығару тәсілін субъектіге жақсы белгілі стандартты және стандартты емес деп бөлуге болады. Стандартты емес есептерді шешудің негізгі әдісі — оларды бір немесе бірнеше стандартты есептерге түрлендіру. Алайда оған жету аса күрделі әдіс. Стандартты емес есептерді стандартты түрге түрлендірудің ізденіс әрекеттері бойынша ұйымдастырылған ұсыныстар эвристикалар, немесе эвристикалық тәсілдер, деп аталады. Барлық қалған алгоритмдерді алгоритмдік ұйғарымдар деп атаған дұрыс.

Кілмті сөздер: есептерді шешу әдістемесі, физикалық есепті шешудің алгоритмдері, стандартты емес есептер, идеалды шарттар (аспаптар), эвристикалық тәсілдер.

Адамның кез келген әрекетін әр түрлі есептерді дәйекті шығару деп ойлауға болады. Кез келген есепті, сонымен қатар физикадан жаттығу есептерін шығару барысында біз әрекеттің логикалық және практикалық екі түрін жасаймыз: алгоритмдік — үлгі бойынша әрекет, және эвристикалық — осы үлгіні іздестіруге бағытталған әрекет. Сонымен, табылған үлгінің зерттелетін зат пен процестен өзгешелігінің қатты болуы сонша, тіпті тиімді ұқсастықты көру нәтижесінде немесе мұндай мәселелерді шешудегі жақсы дайындықтың арқасында, алайда өзара байланысты да байқауға болады.

Әр жаңа есепті шығару барысында адам үлгі бойынша әрекет етуі үшін, оның өз санасында алдын ала шешілген қарапайым бейнесі — сол жағдайдың үлгісі болу керек және өз санасында ол зерттей бастайтын жайттың үлгісін жасауы тиіс. Модельдеу үдерісінде адам өзінің модельді нысандарына есепті шешудегі тек неғұрлым маңызды, шынайы, сондықтан бірегей және қайталанбайтын кескін қалдырып, зерттелу объектілерінің жеке ерекшеліктерінен дерексіздендіріледі. Есепті шығару кезінде іздестіру қызметінің тиімділігін арттыру үшін ой қызметінің екі түрімен сәйкес шартты екі түрге бөлетін әр түрлі нұсқаулар жасалған: алгоритмдік және эвристикалық.

Есепте қойылған сұраққа жауап алуға әкелетін орындаудағы іс-әрекет жүйелілігі берілген есеп шешімінің алгоритмі деп аталады.

Алгоритмді есте сақтаудың арқасында әр шығарылған есептің шешімінен біз басқа есептерді шығару барысында жүгіне алатын тағы бір үлгі аламыз.

Ұқсас есептер үшін есептердің нақты түрін шығару алгоритмін құрайды. Бірақ біртектес есептерді әр түрлі тәсілмен (әдіспен) немесе, керісінше, әр алуан түрлі есептерді бір тәсілмен шығаруға болады, сондықтан есептерді шығарудың қандай да бір тәсілін қолдану алгоритмдері бар.

Егер алгоритмді анықтауды қатаң сақтаса, онда барлық әрекет нақты көрсетілген есептерді шешу алгоритмін ғана алгоритм деп атауға болады. Барлық басқа алгоритмдерді есеп шығарушының әр кезеңде қандай әрекетті қалай жүзеге асыратынын өз бетінше түсіне алу қабілеттілігін ескере отырып, онда әрекеттің негізгі кезеңі ғана көрсетілгендіктен, алгоритмдік ұйғарым деп атаған дұрыс.

Физикадан әр алуан есептерді шығару барысындағы маңызды айырмашылыққа байланысты кез келген есепті шығарудың жалпы алгоритмін есепті шығарудың негізгі кезеңдерін санамалау түрінде тұжырымдауға болады [1].

Егер есеп стандартты емес болып табылса, онда нақты кезеңде оны шығаруда міндетті түрде проблема туындайды: әрі қарай не істеу керек? Яғни есеп жағдайын таныс түрге әкелу және алгоритмдік әрекетке қайта келу үшін қандай ойлау және практикалық әрекеттерді жасау керек екенін анықтау керек. Бұл мезетте іздестіру эвристикалық әрекетіне тарту іске асады. Эвристикалық қызмет үшін әрекеттің реттелген жүйесінің, байқау мен қателер әдісін қолданудың, интуицияға тірек және басқа есептерді шығаруда өзінде бұрын жүре болған, мүмкін андаусыз болған тәжірибенің болмауы тән. Бұл іздестіру саналы, реттелген және мақсатты болу үшін стандартты емес есептерді стандартты есептерге айналдыруда арнайы ұсыныстар жасалады. Бұл ұсыныстар эвристикалық деп аталады [2]. Ұсынылған әрекеттердің жалпыланған дәрежесіне қарай эвристикалық ұсыныстарды үш деңгейге бөледі. Біріншіден, стандартты емес есептерді бір немесе бірнеше стандартты есепке айналдыру. Екіншіден, екінші деңгейлі эвристикалық ұйғарымдарға келесі кеңестерді жатқызуға болады:

• *Есептің мазмұнын зейін қойып тағы бір талдаңыз және берілген жағдайға неғұрлым қарапайым үлгі жасаңыз.*

• *Жалпы мазмұнға сүйеніп заңдылықты шығарып алыңыз* (симметрия идеясына, сақталу заңына, қарапайымдылық, салыстырмалылық, себептілік қағидалары, суперпозиция, анықталағандық қатынасына сүйене отырып, ұқсастықты қолдану).

• *Есепте қаралатын заттар мен процестердің ерекшеліктеріне көңіл аударыңыз. Есептің өзін немесе онда қаралатын нысандарды бөлімдерге бөліңіз, оларды қайта құрастырыңыз.*

• *Есеп шартының нақтылау дәрежесін уақытша өзгертіңіз.*

• *Өз жұмысыңыз үшін ыңғайлы жағдай жасаңыз.*

• *Өзіңізді қарастырылатын нысан орнына қойып көріңіз.*

Үшіншіден, нақты ұсыныстар эвристикалық тәсіл деп аталады. Эвристикалық тәсілдерді екінші деңгейлі эвристикалық ұсыныстармен жобалау сәйкестігімен алты біріктіру жасауға болады.

1) «Шартты талдау және модель» стандартты емес жағдайдың стандарттыға айналуының бастапқы кезеңінде қолдану пайдалы болатын тәсілдерді біріктіреді. Оған мыналар жатады:

– *талаптан шартқа қарай жүру және артығын алып тастау;*

– *терминдерді анықтау және логикамен құрастыру;*

– *қасиетін дәріптеу;*

– *мәтінді сызбаға орналастыру;*

– *қосымша мәлімет жинау;*

– *қарапайым модель жасау.*

Берілген жағдаяттың бастапқы моделін жасағаннан кейін, *физиканың негүрлым жалпылама заңдары мен әдіснамалық қағидалары нәтижесінде* жалпы есеп жағдайына қарап, есептің шешімін табуға тырысу керек. Кейде бұл мүмкін, сонда есептің шешуі қысқа да әдемі болады! Егер есепті толық шығара алмаса, онда анықталған заңдылық арақатынасты шешуге қажетті әрі қарай ізденісті біршама жеңілдетеді.

2) «Жалпы тәсілге» эвристикалық тәсілдер кіреді:

– *жағдаятқа жалпы қарау;*

– *ұқсастықты табу;*

– *симметрия іздеу;*

– *сақталатын сипаттамаларды анықтау;*

– *басқа қырынан қарау;*

– *беттесу нәтижесі ретінде көрсету (суперпозиция).*

3) «Ерекшелігін анықтау». Бұл жерде келесіні назарда ұстау қажет:

– *ерекше қасиетін ескеру;*

– *өзгерістердің келістілігін ескеру;*

– *геометриялық бейнесін пайдалану;*

– *графигін зерттеу;*

– *нақтылау-модельді өзгерту.*

4) «Бөлімдерге бөлу және қайта құру»:

– *бөлімдерге бөлу;*

– *дәуірлеуді айқындау;*

– *көмекші элементтерді кіргізу;*

– *өзара орналасуын өзгерту;*

– *ұқсасқа алмастыру;*

– *ізделетін бөлікті өзі арқылы білдіру;*

– *кері есеп шығару.*

5) Жалпылау деңгейін өзгерту немесе есеп шартын нақтылау есеп жағдайын өзгертудің тағы бір тәсілі болып табылады. Егер кейбір белгісіз шамаларға нақты сандық мән берсе, есеп жағдайын біршама нақтылауға болады (олардың қарапайымдылығы мен дұрыс мағына жинау түсінігі арқылы). Бұл мәндерде нақты есептердің бір немесе бірнеше жеке шешімі табылады. Ол шешімдер негізінде алғашқы есепті шешу мүмкіндігі жайында қорытынды жасалады. Кейбір нысандар қасиетін нақтылап қана қоймай, идеалдандыруға да болады. Мысалы, нысанның кейбір сипаттамасының сандық мәні нөлге тең делік. Онда есеп біршама жеңіл болады. Есепке жауап алып, нысан одан қосымша идеалдандыру алынғаннан кейін есеп жағдайына енетін үлеске түзету жасайды және алғашқы есепке шешім табады. Есеп жағдайын нысандардың нақтылығы мен дәріптелуі ғана емес, сонымен қатар есеп шартын уақытша жалпылау жеңілдетеді. Бірақ жалпылау дәрежесі әр шаманың орнына тек оның сан-

дық мәнінің реті (шаманың реттілігі бойынша бағалау әдісі) немесе тек сол шаманың бірлігін (өлшем бірліктер әдісі) алмастырылғанда ғана үлкен бола алады. Өлшем бірліктер әдісін немесе шаманың реттілігі бойынша бағалау әдісін қолдану логикалық түрлендіруге және математикалық есептеуге кететін уақытты біршама қысқарта алады. Сонымен, «Шарттың нақтылау дәрежесін өзгерту» мына тәсілдерге біріктіріледі:

- *біршама идеалдандырылған есепті шығару;*
- *біршама жалтыланған есепті шығару;*
- *біршама нақтыланған есепті шығару.*

Әрине, мұндай есептерді шығарғаннан кейін алғашқы есепті талдауға қайта оралу қажет және оны шығару үшін айқындалған заңдылықты қолдану керек.

б) «Ішкі қорларды жаңғырту» біздің есепті сәтті шығарудағы психологиялық жағдайымызға үлкен әсерін тигізеді. Есеп шығарушы өзінің ізденімпаз ойшыл және практикалық әрекеті үшін неғұрлым қолайлы жағдай жасауға және қарастырылатын процестерді қабылдаудың жеке субъективті тәжірибесін жоғары дәрежеде қолдануға тырысу керек. Ол үшін:

- *өзінің сенімділік деңгейін реттеу;*
- *нысан бейнесіне үйрену, «Кішкентай адамдар әдісін» қолдану;*
- *«мига шабуыл» жасау;*
- *жұмыс жағдайын өзгерту. Басқа іске кірісу керек.*

Бірақ шығармашылық ізденіс үдерісін болжау мүмкін емес. Сіздің бірнеше минутта есеп жағдайын жеңілдететін қажетті тәсілді таңдап алуыңыз немесе ойлап табуыңыз мүмкін, ал бұл үшін бірнеше тәулік отыруыңыз да мүмкін. Егер талаптансаңыз, есепті ерте ме, кеш пе, әйтеуір, шығарасыз. Бірақ емтихандарда бақылау жұмысын шығару барысында, физика пәнінен олимпиадаларда және сайыстарда есеп шығаруға берілетін уақыт шектеулі. Мұндай жағдайларда біздің әр түрлі есептерді шығарып жаттығуымыздың рөлі зор. Өз бетінше есептерді шығара отырып немесе оқу құралымен таныса отырып, сіздер сіз үшін қалыпты болған нақты жағдайда шамалар арасындағы өзара байланысты белгілеудің көптеген жеке алгоритмдік тәсілін есте сақтайсыздар. Керек тәсілді білу есепті шығаруға кететін уақытты біршама азайтады. Физикалық құбылыстардың әралуандылығы физика есептерінің одан да көп түрлі болуына және оларды шығарудың көптеген жеке тәсілдеріне сүйенуге әкеледі. Есепте жиі кездесетін жеке алгоритмдік тәсілдерді есте сақтауды жеңілдету үшін және басқа есептерді шығаруда, сонымен қатар физиканың басқа бөлімдеріне «көшуге» ыңғайлы біршама эвристикалық болу үшін, оларды мұндай білімді неғұрлым көп талап ететіндей тұжырымдауға болады. Мұндай эвристикалық бағытты тұжырымдамасы бар алгоритмдік тәсілдерді эвристикалық-алгоритмдік тәсіл деп атайды.

Кез келген есепті шығару оның тұжырымдамасын (мазмұнын) зерттеуден басталады. Сонымен қатар біз есеп талаптарымен танысамыз, шартын (берілгенін) зерттейміз және есептің негізгі шиеленісін анықтаймыз. Яғни мына сұрақтарға жауап беруге тырысамыз: *Не белгілі? Нені табу керек? Проблемасы неде?* Есептің шартын талдай отырып, әрқайсымыз нысандар мен құбылыстарды абстракциялаймыз, идеалдаймыз (дәріптейміз), басымдық процесті көрсетеміз, қосымша мәліметтер жинаймыз, шарттың артығын алып тастаймыз, сапалы және сандық сипаттама арасындағы өзара байланысты бекітеміз, шартты шешуге қажеттісін және жеткіліктісін айқындаймыз, есепті шығаруға әкелетін есеп жағдаятының моделін жасаймыз [3].

Біріктірілген эвристикалық «Шартын талдау және модель жасау» тәсілі бізге шартты талдау кезеңін және есеп жағдаятының (есеп құрауда) алғашқы моделін жасауды тиімділеу үшін қандай әрекетті қолдануға болатынын ойға салады. Бұл біріктіруге келесі эвристикалық тәсілдер жатады:

- *Талаптан шартқа өту және артығын алып тастау.*

Есеп мәтінін жете түсінуді есеп жағдаяты туралы жалпы түсінікті қалыптастыру және есеп мақсатын айқындау барысында, онымен бірінші жүгірте таныстықтан кейін жүзеге асырған дұрыс. Нені табу керектігі анықталғаннан кейін шартын жете зерттеуді бастауға болады. Әрекеттің мұндай бірізділігі жауапты табуға пайдасын тигізетін, яғни есепте қойылған проблемаларды шешуде жеңіл-желпі болатын шарттарды жылдам айқындауға әкеледі.

- *Терминдерді айқындау және логикалық құрылымдау.*

Есептің мазмұнымен бірінші танысқаннан кейін белгілі шарт пен есеп мақсаты арасындағы логикалық өзара байланысты құру әрдайым бола қоймайды. Мәліметтер мен мақсатты жақындастыру үшін оларды айқындауға әкеліп соғады. Сонымен, кеңістікті фразаларды нақты терминдермен, терминдерді олардың анықтамаларымен алмастырады, құбылыстарды сапалы салғастыру туралы мәселе осы құбылыстарды сипаттайтын физикалық шамаларды сандық салғастыру туралы мәселеге әкеледі.

Кейбір физикалық шаманың сандық мәніне жасырын формада көрсететін есеп мәтініндегі тірек сөздер мазмұнына немесе толық фразаларға ерекше көңіл аудару керек. Бірнеше мысал келтіруге болады:

Егер «дене тыныштық күйінен қозғалса», онда оның бастапқы жылдамдығы нөлге тең.

Егер «газ гелий» (не аргон не басқа инертті газ) болса, онда бұл газды идеалды, бір атомды деп санауға болады және оның ішкі энергиясын $U = \nu RT$ формуламен есептейді.

Егер «газ және оның сұйықтығы жабық ыдыста болса», газ қанық болып табылады.

Егер «жабық ыдыста су және 100 °С-тағы оның буы бар болса», онда бу қанығу жағдайында болады және оның қысымы 10^5 Па-ға тең болады.

Егер «ток көзі идеалды болса», онда оның ішкі кедергісі нөлге тең болады.

Егер «су көлемі» берілген болса және оның жылулық ұлғаюын есепке алмау керек болса, онда судың массасын су тығыздығы 1 г/см^3 -ге тең екенін еске түсіре отырып, табуға болады.

Терминдерді анықтау ақпаратты логикалық құрылымдауға көмектеседі және кейде есеп сұрағына жауап табудың әрекет жоспарын бірден белгілейді.

• *Нысандар қасиетін дәріптеу (идеалдау).*

Физикалық есептерде зерттелетін нақты дене және құбылыс сондай күрделі, басқа денелермен және құбылыстармен өзара байланысты, яғни оларды саналы жеңілдетпей (идеалдамай) нақты бірде-бір есеп шығарылмас еді. Есепті шығара отырып, біз санамызда есепте қаралатын нысандардың ойша бейнесін құраймыз, бізбен жасалған нысан моделі қаншалықты қарапайым болса, сонда олардың арасындағы белгісіз өзара байланысты табу оңай. Идеалдау барысында нысанның берілген жағдайда елеусіз болатын ерекшеліктерін ескермейді. Есеп жағдайының жеңілдетілген моделін жасауда жасалған модель жалған қорытындыға әкелмес үшін, нақты фактілерге қарама-қайшы қарастырылатын дене мен құбылыстың мәнді қасиетін сақтауға тырысу керек.

Кей жағдайда есепті тұжырымдаудан зат пен процестің идеалдау сипаты белгілі болады. Физика есептерінде жиі кездесетін идеал шамаларды мысалға келтіруге болады.

Материалдық нүкте — қарастырылып отырған өлшемін ескермеуге болатын дене.

Абсолютті тегіс бет — дене қозғалыста (немесе қозғалыс жасауда) үйкелмейтін беттік.

Абсолютті серпімді дене — деформацияланғаннан кейін өз формасын толық қалпына келтіретін дене.

Абсолютті серпімсіз дене — өз формасын қалпына келтіруге қабілеті жоқ дене.

Абсолютті қатты дене — деформациясын ескермеуге болатын дене.

Идеал газ — жеке молекуланың көлемі газ құйылған ыдыс көлеміне қарағанда ескерусіз, молекулаларының арасында өзара әсерлесу күші болмайтын, молекулалары бір-бірімен және ыдыс қабырғасымен абсолютті серпімді соқтығысатын дене.

Идеалды электрөлеуші аспап — электр тізбегіне қосқанда электр зарядының қозғалысы процесінде қандай да бір өзгеріске ұшырамайтын аспап (мысалы, идеал амперметр елеусіз аз ғана, ал идеалды вольтметр — шексіз үлкен кедергіге ие).

Шексіз бір қалыпты зарядталған жазықтық — өлшемдері өріс кернеулігі есептелетін нүктеден бетке дейінгі арақашықтықтан біршама үлкен бір қалыпты зарядталған жалпақ бет.

Идеал индуктивтік катушка, идеал ток көзі, идеал өткізгіш сым — электр кедергілерін елемейтін болатын құралдар.

Идеалды блок — оське қатысты үйкеліссіз айнала алатын, массасы елеусіз аз, науашасы бар диск түріндегі күштің түсірілу бағытын өзгертуге арналған қарапайым механизм.

Созылмайтын жіп — созылуды елемейтін жіп.

Инерциалдық санақ жүйесі — дене тыныштық күйін немесе тұзусызықты бір қалыпты қозғалысын сақтайтын санақ жүйесі.

Идеалды процестер ішінен келесіні атап кетуге болады:

- тұзусызықты бір қалыпты қозғалыс;
- бір қалыпты үдемелі қозғалыс;
- жылудан оқшауланған процесс;
- абсолютті серпімді және серпімсіз соққы.

Физика есептерін шығаруда қолданатын көптеген басқа да идеалды модельдер бар. Сонымен қатар бізге қандай денелерді немесе процестерді дұрыс деп санауға болатын есеп жағдайын өз бетімізше модельдеуге және шешуге тура келеді. Нысан міндетінде қарастырылатын ең елеулі қасиеттерді көрсететін қарапайымдылық принципіне сүйену және модель құру ұсынылады.

- «*Аз қосылғыштарды елемеу*».

Егер физикалық процесті суреттейтін формулада өте аз шама көбейткіштердің бірі ретіндегі қосылғыштар бар болса, қарастырылатын құбылыстың математикалық біршама қарапайым, бірақ дәл суреттемесін алу үшін бұл қосылғыштарды елемеуге болады.

Квадратталған немесе одан да жоғары дәрежеленген аз қосылғыштарды елемеу ықтималдылығының үлесі көп.

- *Мәтінді сұлбаға айырбастау.*

Берілген жағдаятты талдауда көрнекі бейнені қолданып, біз бейнелі ойымызды қосамыз. Сурет, график, кесте немесе графа түрінде берілген есеп шартын бейнелеу есептің шарты мен талабы арасындағы өзара байланысты жылдам әрі жеңіл құруға көмектеседі.

- *Есеп мазмұнының бейнелік қысқа жазбасы.*

Әдетте бұл операцияны қысқа берілген шарттың бірнеше дәл емес жазбасы деп атайды, шамалар арасындағы сапалы және сандық арақатынасы көрінуі үшін формулаларды қолданады, берілген жағдаят жайлы біртұтас түсінік алуға және зерттелетін нысандарға өзгеше қарауға көмектеседі. Суреттегі бастапқы, соңғы кейде, тіпті, аралық жағдайлар бейнесі болып жатқан өзгерістерді жақсы түсінуге септігін тигізеді.

- *Қосымша мәліметтер жинау.*

Есепті тұжырымдауда есеп шартын шешуге қажеттінің барлығы болмайды. Кейде олар туралы мәлімет айқын көрінбейді, ал кейде есеп шығарылатын болу үшін қосымша мәліметтерді кіргізуге тура келеді. Қосымша мағлұматтар жинауда біз есімізде сақталған мәліметтерге сүйенеміз, анықтама мәліметтерін қолданамыз немесе қарапайымдылық қағидасын және дұрыс мәнді басшылыққа аламыз.

Қосымша мәліметтер айқын берілмеген есепті тұжырымдау үлгісі ретінде «19,6 м биіктіктен түскен сүңгі қанша уақытта жерге түседі?» деген сияқты есептер қызмет етеді. Дұрыс ой қорытындысы сүңгінің бастапқы жылдамдығы нөлге тең десе, сол мезетте сүңгі жылдамдығы үлкейеді, түсуге аз қалады, ал сүңгі өлшемі жер мен төбе арақашықтығынан әлдеқайда кіші, сонымен қатар түсу биіктігі салыстырмалы түрде үлкен емес болғандықтан, кедергі күшінің әсерін елемеуге болады. Жердің бетіне жақындағанда еркін түсу үдеуінің мәні көбінің есінде жақсы сақталған, ал тіпті қажетті жағдайда кез келген физика анықтағышынан оңай табады. Сонымен қатар дұрыс ой қорытындысы дәл осы есепті шығару үшін $g = 9,8 \text{ м/с}^2$ мәнін алған ыңғайлы екенін еске түсіреді, себебі есепте көрсетілген түсу биіктігінің мәні берілген санға еселік. Биіктік қағидасына сәйкес көп басқа жағдайларда $g = 10 \text{ м/с}^2$ ыңғайлы болып саналады.

- *Қарапайым модель жасау.*

Физика есептерінің көбісі қойылмаған болып табылады. Оларды шығару үшін жағдаятты қосымша жеңілдету, заттар мен құбылыстардың кейбір қасиеттерін елемеу, кейбір жағдайларды нақтылау, яғни жеңілдетілген модель жасау керек.

Есепті қою үшін кейбір ұсыныстар:

1. Егер есеп шартын талдауда қарастырылатын процестің әр түрлі мүмкін нұсқалары болса, онда алдымен берілген жағдаяттың біршама қарапайым моделін таңдау керек және оны шығару қажет. Содан соң берілген жағдаяттың басқа модельдері аясында есеп шығарудың басқа да мүмкін нұсқаларын көрсету керек, мүмкіндігінше шешімін табу және алынған жауапты салыстыру қажет.

2. Өзі үшін есеп жағдаятының әр түрлі модельдерінің ұйғарым фактісін қабылдап, есепте қойылған сұраққа әр алуан жауап мүмкіндігіне жол беруге сәйкес, біз ақиқат түсініктеме өзін салыстырмалы санайтын және фактілердің нақты шеңберінің басқа түсініктемелерінің болу құқығын мойындайтын шыдамдылық қағидасына сүйенеміз. Сондықтан есепте зерттелетін нысандар жайлы толық түсінік алу үшін, есеп жағдаяттарының бірнеше әр түрлі модельдерін қарастыру пайдалы. Мысалы: «Электрон электр өрісінде $5 \cdot 10^5 \text{ В/м}$ кернеулікпен үдейді. Электронның 1 нс-тан кейінгі жылдамдығын табу керек» [4].

Мүмкін болатын шешімі. Қосымша мәлімет аламыз. Электронның массасы мен зарядын анықтағыштан алуға немесе еске түсіруге болады: масса $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$ -ға тең, электрон зарядының модулі $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$. Электронның бастапқы жылдамдығы елеусіз аз.

А) Біртекті электр өрісінде электронға модулі $F = eE$ тең тұрақы күш әрекет етеді. Электрон тұрақты үдеумен қозғалады. Ньютонның екінші заңы бойынша ол мынаған тең:

$$a = \frac{eE}{m}.$$

Осыларды ескеріп, электрон жылдамдығын мына формула бойынша табамыз:

$$v = at = \frac{eE}{m}t.$$

Сандық мәліметтерді қоя отырып, $8,8 \cdot 10^7$ м/с аламыз. Алынған жауапты талдай отырып, электрон жылдамдығы 1нс -тан кейін вакуумдағы жарық жылдамдығына жақын болып шыққанын байқаймыз. Демек, нақты жауап алу үшін құбылыстың релятивистік әсерін есепке алатын басқа да математикалық модельді пайдалану қажет.

Осылай алынған жылдамдықтың жарық жылдамдығына ($c = 3 \cdot 10^8$ м/с) жақын болуына көңіл бөлмесек, бұл шешімді дұрыс деп санауға болар еді. Үлкен жылдамдықтарда релятивистік әсерді есепке алу керек, сондықтан шешім төмендегідей болады. Дене импульсінің өзгеруі күш импульсіне $p - p_0 = Ft$ -ға тең, бастапқы импульс нөлге тең, сондықтан $\bar{p} = Ft$.

Бөлшектің релятивистік импульсін $p = \frac{mv}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} = eEt$ формуласы бойынша есептейді, сонда

электрон жылдамдығы келесі формула бойынша табылады:

$$v = \frac{eEt c}{\sqrt{(mc)^2 + (eEt)^2}}.$$

Сандық мәліметтерді алмастыру мынадай жауап береді: $v = 8,4 \cdot 10^7$ м/с. Нақ осы жауап дұрыс болып саналады.

Есепті шешу үлгісін қосымша мәліметтерді жинауда ғана емес, сонымен қатар есеп жағдаяттары модельдерінің бірнеше мүмкін нұсқалары арасында тандау жасауда қарастырады.

References

- 1 *Arkhipov V.V., Eschanova A.M. et al.* Non-standard physical problems // Vestnik KSU. Physics Ser. — 2009. — № 2(54). — P. 69–77.
- 2 *Krasnov M.S.* Solving of complicated and non-standard physical problems. Heuristic methods of search for solving. — Moscow: ILEKSA, 2009. — 360 p.
- 3 *Kobushkin V.K.* Solving method for physical problems. — Leningrad: LSU, 1966. — 107 p.
- 4 *Krotov S.S.* Problems of Moscow physical Olympiads. — Moscow: Nauka, 2007. — 192 p.

А.С.Кудусов, Э.К.Мусенова

Методика решения нестандартных задач

Все задачи, решаемые человеком, можно условно разделить на стандартные, способ решения которых хорошо известен субъекту решения, и нестандартные. В статье показан основной метод решения нестандартной задачи — сведение ее к одной или нескольким стандартным задачам. Авторами даны рекомендации по организации поисковой деятельности по преобразованию нестандартной задачи в стандартную, которые называются эвристиками, или эвристическими приемами. Все остальные алгоритмы правильнее называть алгоритмическими предписаниями.

A.S.Kudusov, E.K.Musenova

Solving methods for non-standard problems

All problems, which stand before a person, can be conventionally divided on standard ones, with well known solving methods for the individual, and non-standard ones. The basic solving method for non-standard problem is a reduction it to one or several standard ones. To do it can be extremely difficult deal. Recommendations for organization of the search activity devoted to a transformation of the non-standard problem to the standard ones are named as heuristics or heuristic methods. It is more properly to call all other algorithms as algorithmic prescriptions.