УДК 378.147:53–057.875

Ю. П. Мінаєв[1], О. А. Лозовенко[2], І. П. Даценко[1]

[1]Запорізький національний університет
[2]Запорізький національний технічний університет

ВИХОВАННЯ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ СТУДЕНТІВ-ФІЗИКІВ НА МІЖДИСЦИПЛІНАРНІЙ ОСНОВІ

На прикладі однієї з тем пропедевтичного курсу «Математичний апарат фізики» автори презентують розроблений дидактичний матеріал для організації самостійної роботи першокурсників фізичного факультету університету. «Слайди» із завданнями, що стосуються використання тригонометричних формул під час розв'язування фізичних задач, доповнені розгорнутими коментарями, які містять додаткові вказівки, підказки і вправи. Особлива увага приділена методам перевірки отриманих відповідей.

Ключові слова: математичний апарат фізики, міждисциплінарні зв'язки, технологія критичного мислення.

Постановка проблеми. Серед фахових компетентностей майбутніх учителів фізики не останнє значення мають навички критичного мислення. Для студентів-фізиків вони є важливими і для навчання в університеті. Значна частина прийомів критичного мислення, які використовуються під час вивчення і застосування фізики, базується на математичних знаннях. Усвідомлення цього факту приводить до думки про необхідність налагодження дієвої міжпредметної основи для розвитку критичного мислення вже на рівні середньої школи. Це потребує відповідного узгодження навчальних програм з фізики і математики, яке й досі відсутнє в належному обсязі навіть для профільних фізико-математичних класів.

Неузгодженість у навчанні фізики і математики в середній школі перекладає проблему на викладачів вищої школи. І вона вже постає як проблема підготовки першокурсників до вивчення фізико-математичних дисциплін в університеті. Зазначимо принагідно, що запроваджена в Україні система перерахунку результатів, одержаних абітурієнтами під час зовнішнього незалежного оцінювання (ЗНО), у рейтингові бали за шкалою від 100 до 200 маскує реальну ситуацію зі шкільною фізико-математичною освітою. А вона наразі є такою, що значна частина першокурсників фізичних факультетів університетів не в змозі без попередньої додаткової підготовки засвоювати стандартні фізико-математичні дисципліни.

Аналіз останніх досліджень з вирішення загальної проблеми та виділення невирішених питань. У [7] повідомляється, що з метою адаптації першокурсників було вирішено використовувати в навчальному процесі нові форми навчання, зокрема спеціально розроблений цикл лекцій з фізики за програмою для вступників до вишів. Автор [1] пропонує заповнити прогалини у знаннях студентів з елементарної математики і поетапно переходити від шкільних форм опису фізичних величин і законів до таких, що використовуються у виші. У [5] описано методичні аспекти навчання слухачів курсів доуніверситетської підготовки. За задумом автора, використання модульно-рейтингової технології дозволить краще підготувати абітурієнтів до навчання у виші.

У [2; 4] ми презентували тематичний план пропедевтичного курсу «Математичний апарат фізики», запровадженого на фізичному факультеті ЗНУ, а також виданий нами збірник завдань з цієї дисципліни [3]. Досвід використання у навчальному процесі цього збірника показав, що більшості наших першокурсників замало усних пояснень викладачів щодо запропонованих завдань під час аудиторних занять. Було вирішено підготувати навчальний посібник із зазначеного пропедевтичного курсу, який би містив розгорнуті коментарі з відповідними додатковими вказівками, підказками і вправами до створених раніше завдань.

Метою статті, яка наразі пропонується до уваги читачів, є презентація ідеї навчального посібника, який готується до друку. На прикладі тексту, що орієнтований на першокурсників фізичного факультету і стосується однієї з тем пропедевтичного курсу «Математичний апарат фізики», ми продемонструємо, як наш задум реалізується в конкретних дидактичних матеріалах.

Виклад основного матеріалу. Перед тим, як навести зразок навчального тексту з майбутнього посібника, зробимо невеличке зауваження щодо обраної структури книги. У кожному розділі після короткого вступу розміщена серія «слайдів», які містять завдання для обов'язкового виконання. До більш розгорнутих коментарів студентам пропонується звернутися лише після наполегливих спроб самостійно впоратися із завданнями. У статті ми наведемо для прикладу такі розгорнуті коментарі лише для двох «слайдів» із завданнями. Обидва приклади стосуватимуться використання тригонометричних формул під час розв'язування фізичних задач. Нумерацію «слайдів» ми залишили такою, якою вона буде в навчальному посібнику, що готується до друку.

Приклад розгорнутих коментарів до завдань «слайда» №2.4 (див. *рис. 1*). Тотожні перетворення виразів, що містять тригонометричні функції, іноді помітно спрощують отримання відповідей на конкретні фізичні питання. Перші приклади таких ситуацій наведені в завданнях «слайда» №2.4. Зробимо деякі коментарі до них.

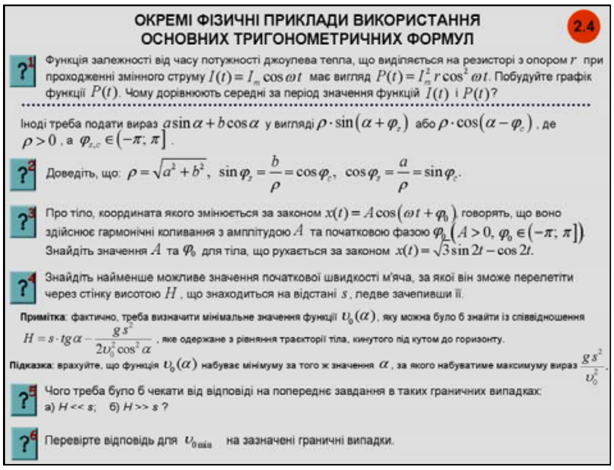

Рис. 1. *«Слайд» №2.4 з обов'язковими завданнями з навчального посібника «Математичний апарат фізики для першокурсників», що готується до друку*

Перше завдання стосується потужності виділення тепла на резисторі під час проходження через нього електричного струму. Як побудувати графік функції $P(t) = I_m^2 r \cos^2 \omega t$? На жаль, з подібним завданням іноді не можуть впоратися старшокурсники математичного факультету університету. Причому навіть у спрощеному варіанті: $y = \cos^2 x$. Графік, який будують студенти, у багатьох випадках скоріше схожий на графік функції $y = |\cos x|$. Тобто, вони беруть за основу графік $y = \cos x$, а потім ту його частину, що знаходиться в нижній півплощині, відбивають відносно осі абсцис (розуміють, що від'ємні числа в квадраті дають додатні!). Відповідно, в точках, де функція дорівнює нулю, на графіку з'являються злами.

Якщо б вони згадали про те, що $\cos^2 x = \frac{1 + \cos 2x}{2}$, то проблем би не було. Дійсно, графік функції $y = \frac{1}{2}(1 + \cos 2x)$ можна отримати з графіка $y = \cos x$ за допомогою нескладних геометричних перетворень, які включають лише стиснення і переміщення. Отже, графік функції $y = \cos^2 x$ *за своєю формою* майже не буде відрізнятися від графіка $y = \cos x$! У чому ж різниця? Різними будуть області значень функцій: $-1 \le \cos x \le 1$, $0 \le \cos^2 x \le 1$. Різними також будуть періоди цих функцій (у $\cos^2 x$ – удвічі менший).

Сподіваємося, що це обговорення побудови графіка функції $y = \cos^2 x$ допоможе зробити ескіз графіка

$P(t)=I_m^2 r\cos^2\omega t$. Не забудьте на осях позначити характерні значення часу і потужності, виражені через ω, I_m і r.

У першому завданні «слайда» №2.4 є ще запитання про середні за період значення функцій $I(t)$ і $P(t)$. За середнє значення функції $y=f(x)$ на відрізку $[a;b]$ зазвичай беруть $\frac{1}{b-a}\int_a^b f(x)dx$. (**Подумайте: який у цьому сенс?**). У даному випадку можна обійтися без лобового обчислення за вказаною формулою (навіть, якщо Ви вмієте це робити). Достатньо згадати про геометричний зміст визначеного інтеграла і про те, як виглядають графіки функцій $y=\cos x$ і $y=\cos^2 x$. Додамо: з обчисленням середнього значення $P(t)$ пов'язані такі фізичні поняття, як *діюче (ефективне) значення сили струму* і *діюче значення напруги*. Коли сила струму і напруга змінюються за гармонічним законом (як у завданні), середню потужність виділення теплоти на резисторі прирівнюють до потужності, яка була б при проходженні постійного струму силою $I_д$. **Доведіть**, що $I_д=\frac{I_m}{\sqrt{2}}$ (відповідно, $U_д=\frac{U_m}{\sqrt{2}}$).

Друге завдання на «слайді» №2.4 пов'язане з корисним тотожним перетворенням. Як швидко знайти область значень функції $y=2\sin x+3\cos x$? Виявляється, достатньо розуміти, що цю функцію можна подати у вигляді $y=a\sin(x+\alpha)$, де $a=\sqrt{2^2+3^2}=\sqrt{13}$. (**Чому?**) Отже, $-\sqrt{13}\le 2\sin x+3\cos x\le\sqrt{13}$.

У багатьох задачниках з фізики є така задача: *На горизонтальній площині лежить брусок масою m. Яку мінімальну силу треба до нього прикласти, щоб зрушити його з місця? Коефіцієнт тертя дорівнює μ. Прискорення вільного падіння – g.*

Необхідно спочатку навчитися обчислювати силу, яку треба прикласти під фіксованим кутом до горизонту. **Зробіть необхідне креслення**, позначивши сили, що діють на брусок ($m\vec{g}$ – сила тяжіння; $\vec{N}$ – сила нормальної реакції опори; $\vec{F}$ – сила, що спрямована під кутом α до горизонту; $\vec{F}_{тер}$ – сила тертя). Мінімальність значення F при фіксованому α означає, що сума сил дорівнює нулю, а сила тертя $F_{тер}=\mu N$. У проекціях на горизонтальну і вертикальну осі для сил матимемо такі співвідношення: $F\cos\alpha=F_{тер}$, $N+F\sin\alpha=mg$. **Впевніться, що вони відповідають Вашому кресленню!** Розв'язуючи систему з трьох рівнянь, матимемо: $F=\mu mg/(\cos\alpha+\mu\sin\alpha)$. **Отримайте цей вираз самостійно!**

Після такої попередньої роботи можна повернутися до вихідної задачі. Залишилося знайти мінімальне значення функції $F(\alpha)$. Як це зробити? Стандартний алгоритм дослідження функції на екстремум (максимум або мінімум) пов'язаний із прирівнюванням до нуля похідної. А чи не можна тут взагалі обійтися без диференціювання? По-перше, треба звернути увагу на те, що у виразі для сили лише знаменник залежить від α. Отже, достатньо знайти *максимум* знаменника і підставити це значення до виразу для $F(\alpha)$. По-друге, вигляд самого знаменника має нагадати вираз із другого завдання «слайда» №2.4. Після виконання цього завдання максимальне значення знаменника знаходиться одразу: $\sqrt{1+\mu^2}$ (**Вам вдалося це зробити подумки?**). Відповідно, $F=\mu mg/\sqrt{1+\mu^2}$. Ось і все!

Третє завдання з цього «слайда» пов'язане з гармонічними коливаннями. Зверніть увагу на фізичні терміни: *амплітуда коливань* і *початкова фаза*. Значення саме цих величин треба знайти з виразу для координати, що записаний у вигляді $a\sin\omega t+b\cos\omega t$. Сподіваємося, що з амплітудою проблем не буде. А з початковою фазою будьте уважними!

Завдання з четвертого по шосте пов'язані з однією не дуже простою кінематичною задачею. Умова цієї задачі збігається з **четвертим завданням**. Примітка, яку ми зробили, зводить цю задачу до математики. А звідки ж взялася формула, записана в примітці? Про яке рівняння траєкторії йдеться?

Задача про відшукання рівняння траєкторії тіла, кинутого під кутом до горизонту, є цілком стандартною. Вісь *Ox* вибирають горизонтальною. Вісь *Oy* спрямовують вертикально догори. У початковий момент тіло знаходиться в точці *O* (початок системи координат *xOy*). Початкові проекції швидкості такі: $v_x(0)=v_0\cos\alpha$; $v_y(0)=v_0\sin\alpha$. Знайти $v_x(t)$, $x(t)$, $v_y(t)$, $y(t)$, $y(x)$. Саме остання функція і буде рівнянням траєкторії.

Формула в примітці фіксує той факт, що точка дотику м'яча і стіни (з координатами $(S;H)$) належить до траєкторії тіла (м'яча), кинутого з точки початку координат зі швидкістю v_0 під кутом α до горизонту. Оскільки *S* і *H* фіксовані величини за умовою задачі, формула, про яку йдеться, задає зв'язок між змінними v_0 і α. І треба знайти мінімальне можливе значення v_0, за якого такий зв'язок зберігається (тобто можна забезпечити відповідне значення α).

Стандартний алгоритм подальших дій зрозумілий: виразити v_0 через α, а потім дослідити функцію $v_0(\alpha)$ методами математичного аналізу. Але не будемо поспішати. Зверніть увагу на підказку до четвертого завдання. Там фактично рекомендують досліджувати не функцію $v_0(\alpha)$, а $f(\alpha)=\frac{gS^2}{v_0^2}$, яка при тому ж самому значенні α, при якому v_0 буде мати мінімум, досягатиме максимального значення. Але вираз для $f(\alpha)$ буде помітно простішим і зручнішим для дослідження порівняно з $v_0(\alpha)$. Дійсно, $f(\alpha)=2S\cos\alpha\sin\alpha-2H\cos^2\alpha$. А якщо тепер перейти до тригонометричних функцій подвійного аргументу ($\sin 2\alpha$ і $\cos 2\alpha$), то стане очевидним, що максимальне значення функції $f(\alpha)$ можна знайти і без застосування похідних. Більше підказок не буде. **Дійте далі самостійно!**

Отримавши кінцеву відповідь у четвертому завданні, треба для неї якимось чином влаштувати перевірку на вірогідність. Найчастіше рекомендують (а іноді навіть вимагають) зробити перевірку кінцевої формули на одиниці фізичних величин. **Зробіть це!**

Але чи достатньо цього? Які способи перевірки ще можна запропонувати? Один з них називають перевіркою на граничні випадки. Щоправда, він вимагає знання того, чого очікувати від відповіді в граничних випадках. **П'яте завдання**, що міститься на "слайді", присвячене саме пошуку відповіді на запитання "чого очікувати?". Вам пропонується розглянути два граничних випадки: а) коли *H набагато менше* за *S*; б) коли *H набагато більше* за *S*.

Перший випадок означає, що треба не через стіну перекидати м'яч, а попасти в точку на поверхні землі, що знаходиться на відстані *S* від початкової точки траєкторії. Це той самий випадок, коли кидати треба під кутом $\frac{\pi}{4}$ до горизонту.

Що ж стосується другого випадку ($H>>S$), то він зовсім простий. Задача зводиться до такої: з якою мінімальною швидкістю треба кинути м'яч від землі догори, щоб він підлетів до висоти *H*?

У **шостому завданні** треба наблизити вираз для $v_{0\min}$, отриманий при виконанні четвертого завдання, більш простими у двох випадках ($H<<S$, $H>>S$), і порівняти їх з тими, що з'явилися після виконання п'ятого завдання. Якщо випадок, коли *H* набагато менше за *S*, цілком очевидний, то з іншим випадком можуть виникнути ускладнення. Математична суть проблеми, що може виникнути, зводиться до пошуку границі функції $y(x)=\frac{x^2}{\sqrt{1+x^2}-1}$ за умови прямування *x* до нуля. Є спосіб з цим упоратися, який мають проходити в школі: помножити чисельник і знаменник на $\left(\sqrt{1+x^2}+1\right)$. Після такої операції чисельник і знаменник скорочують на x^2, а потім уже підставляють 0 замість *x*. Звичайно, якщо Ви пам'ятаєте, що $\sqrt{1+x^2}\approx 1+\frac{x^2}{2}$ для малих значень *x* (перші два доданки ряду Маклорена), то значення шуканої границі моментально знайдеться без штучних прийомів на кшталт помноження чисельника і знаменника на спеціально підібраний вираз.

Приклад розгорнутих коментарів до завдань «слайда» №2.5б (див. *рис. 2*). На «слайді» №2.5б пропонується розв’язати відому кінематичну задачу, але трьома способами. Вони розрізняються вибором базису, за яким розкладають вектор початкової швидкості $\vec{v}_0$ і вектор прискорення вільного падіння $\vec{g}$. Порівняйте ці способи. Який спосіб дозволить Вам при згадуванні про цю задачу одразу записати відповідь, зробивши всі необхідні обчислення подумки?

У першому способі базис вибраний так, як це зазвичай роблять, коли хочуть знайти рівняння траєкторії тіла, кинутого під кутом до горизонту. По горизонталі (вздовж осі Ox) рух буде рівномірним: $x(t)=(v_0\cos\beta)t$, а по вертикалі – рівноприскореним: $y(t)=(v_0\sin\beta)t-\frac{gt^2}{2}$. Виключаючи з цих двох рівнянь t, отримують рівняння траєкторії $y(x)$. Вона виявляється параболою, гілки якої спрямовані вниз. Рівняння прямої, що проходить через точки O і A, очевидне: $y = x\,\mathrm{tg}\alpha$. Отже, абсциса точки A знаходиться без проблем. Відрізок OA можна розглядати як гіпотенузу прямокутного трикутника з кутом α, до якого прилягає катет довжиною x_A (так ми позначили абсцису точки A). Отже, $|OA|=\frac{x_A}{\cos\alpha}$.

Рис. 2. *«Слайд» №2.5б з обов’язковими завданнями з навчального посібника «Математичний апарат фізики для першокурсників», що готується до друку*

У другому способі базис вибраний так, що рух і вздовж осі Ox, і вздовж осі Oy рівноприскорений. Але тепер точка A так само, як і точка O, має нульову ординату. Це дозволяє швидко обчислити час польоту τ. Якщо зрозуміти, як при такому базисі абсциса залежатиме від часу, то залишиться лише підставити обчислене вже значення τ.

Третій спосіб фактично збігається з тим, який запропонував Є.П. Соколов у першому томі свого навчального посібника “Екзаменаційна фізика. Лекції” [6]. Там майже така сама задача використовується як показова на застосування так званого “Правила трьох векторів”. У цьому правилі фіксується такий (очевидний з векторної алгебри) факт: *якщо в задачі є три вектори, які задовольняють рівняння типу* $\vec{a}=\vec{b}+\vec{c}$ *або* $\vec{a}+\vec{b}+\vec{c}=\vec{0}$, *то ці вектори утворюють трикутник*. У згаданому посібнику є приклади застосування цього правила для розв’язування задач не лише з кінематики.

Вправа 2.5.1. Розв’язуючи задачу зі «слайда» №2.5б трьома запропонованими способами, можна одержати три таких відповіді:

1) $\dfrac{2v_0^2\cos^2\beta\,(tg\beta-tg\alpha)}{g\cos\alpha}$;

2) $\dfrac{2v_0^2\sin(\beta-\alpha)}{g\cos\alpha}\left[\cos(\beta-\alpha)-tg\alpha\sin(\beta-\alpha)\right]$;

3) $\dfrac{2v_0^2\cos\beta\sin(\beta-\alpha)}{g\cos^2\alpha}$.

Доведіть, що першу і другу відповіді можна звести до третьої.

Висновки. Хоча завдання розвивати критичне мислення учнів увійшло до сучасних програм навчання фізики в середній школі, доводиться констатувати той факт, що рівень відповідної підготовки значної частини абітурієнтів наразі виявляється недостатнім для успішного продовження фізичної освіти у виші. Зважаючи на професійну спрямованість навчання студентів-фізиків, можна зробити висновок про те, що одержувати навички критичного мислення доцільно на основі міждисциплінарних зв’язків фізики і математики.

На фізичному факультеті Запорізького національного університету до навчального плану був уведений пропедевтичний курс «Математичний апарат фізики», який вивчається в першому семестрі, а вивчення курсу загальної фізики розпочинається з другого семестру. Черговий крок у розробці методичного забезпечення зазначеного пропедевтичного курсу полягав у підготовці навчального посібника, який би допоміг першокурсникам упоратися з раніше створеними нами обов’язковими завданнями для самостійної роботи студентів.

Перспективи подальших досліджень ми пов’язуємо з формувальним експериментом, під час проведення якого будуть використані дидактичні матеріали, що містяться в підготовленому до друку посібнику, і зразки яких наведені в статті.

Список використаних джерел:

1. Асекритова Т.Г. Педагогические условия моделирования адаптации первокурсников к усвоению программы по физике / Т.Г. Асекритова // Вестник МГОУ : серия «Педагогика». – М. : Издательство МГОУ, 2008. – №1. – С. 15-21.
2. Кенєва І.П. Математична адаптація першокурсників фізичного факультету / І.П. Кенєва, О.А. Лозовенко, Ю.П. Мінаєв // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С. Атаманчук (голова, наук. ред.) та ін.]. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2010. – Вип. 16. – С. 279-281.
3. Кенєва І.П. Математичний апарат фізики : збірник завдань для студентів фізичного факультету / І.П. Кенєва, О.А. Лозовенко, Ю.П. Мінаєв. – Запоріжжя : ЗНУ, 2011. – 77 с.
4. Кенєва І.П. Презентація збірника завдань з курсу «Математичний апарат фізики» для першокурсників фізичного факультету / І.П. Кенєва, О.А. Лозовенко, Ю.П. Мінаєв // Збірник наукових праць Кам’янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка. Серія педагогічна / [редкол.: П.С.Атаманчук (голова наук. ред.) та ін.]. – Кам’янець-Подільський : Кам’янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2011. – Вип. 17. – С. 214-217.
5. Кузнєцова О. Вивчення курсу загальної фізики за модульно-рейтинговою технологією: методика підготовки абітурієнтів / О. Кузнєцова // Фізика та астрономія в сучасній школі. – 2013. – №2. – С. 19-23.
6. Соколов Є.П. Екзаменаційна фізика. Лекції : навчальний посібник / Є.П. Соколов. – Запоріжжя : ТОВ «ВПО «Запоріжжя», 2007. – Т. 1. – 184 с.
7. Щевелева Г.М. Адаптация первокурсников при изучении физики в техническом вузе / Г.М. Щевелева, Н.Н. Безрядин, А.Ф. Брехов // Физическое образования в вузах. – 1999. – С. 50-56.

Ю. П. Минаев[1], А. А. Лозовенко[2], И. П. Даценко[1]

[1]Запоризький национальный университет
[2]Запоризький национальный технический университет

ВОСПИТАНИЕ КРИТИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ-ФИЗИКОВ НА МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ОСНОВЕ

На примере одной из тем пропедевтического курса «Математический аппарат физики» авторы представляют разработанный дидактический материал для организации самостоятельной работы первокурсников физического факультета университета. «Слайды» с заданиями, касающимися использования тригонометрических формул при решении физических задач, дополнены развернутыми комментариями, которые содержат дополнительные указания, подсказки и упражнения. Особое внимание уделено методам проверки полученных ответов.

Ключевые слова: математический аппарат физики, междисциплинарные связи, технология критического мышления.

U. P. Minaev[1], A. A. Lozovenko[2], I. P, Datsenko[1]

[1]Zaporizhzhya National University
[2]Zaporizhzhya National Technical University

EDUCATION CRITICAL THINKING PHYSICS STUDENTS AN INTERDISCIPLINARY

The authors present the developed educational materials for the self-dependent work organization of first-year physics department students at the example of one of introductory course «Mathematical apparatus of physics» themes. «Slides» with tasks which related to the use of trigonometric formulas for solving physical problems supplemented by detailed comments contain additional instructions, tips and exercises. Particular attention is given to methods of testing received responses.

Key words: mathematical apparatus of physics, interdisciplinary links, technology of critical thinking.

Отримано: 5.06.2013

УДК 371.3

В. З. Никорич[1], Л. Н. Чубатый[1], О. А. Макевнина[1], О. В. Куликова[2], А. О. Губанова[3]

[1]Молдавский государственный университет
[2]Институт Прикладной физики, АН Молдовы
[3]Каменец-Подольский национальный университет имени Ивана Огиенко

КАЧЕСТВЕННЫЕ ЗАДАЧИ В ГИМНАЗИЧЕСКОМ ЦИКЛЕ ФИЗИКИ

В статье рассматривается роль качественных задач в преподавании физики. Предлагается несколько примеров на основе закона Архимеда и методика их решения посредством комплексного подхода, используя эксперимент и аналитическое мышление.

Ключевые слова: качественные задачи по физике, эксперимент, аналитический подход, закон Архимеда.

Введение. В современном обществе все больше возрастает уровень требований к уровню образования выпускников лицеев и колледжей. При этом хорошее образование заключается не только в том, что выпускники просто освоили и запомнили пройденный материал, но и стали способными к творческому поиску решения поставленной задачи.

К сожалению, в большинстве случаев, учащиеся усваивают программу по физике на репродуктивном уровне. Это приводит к слабому пониманию сущности изучаемых явлений и законов и, как следствие, неумению применять приобретенные знания в процессе решения конкретных задач. Существует целый ряд причин, которые приводят к недостаткам в качестве образования по физике: уменьшение из года в год числа часов, расширение объема информации за счет качества, в некоторых случаях излишняя математизация материала. Все это ведет к поверхностному заучиванию материала без понимания сути рассматриваемого явления.

Решение школьниками качественных задач показывает осознанность их знаний, умение использовать полученный теоретический материал и знание законов физики для создания целой цепочки умозаключений и, в конечном результате, достижения истины.

Актуальность поставленной задачи. Активная жизненная позиция подрастающего поколения невозможна без развития у них творческого, самостоятельного и логического мышления. Именно решение качественных задач позволяет развивать эти способности. Во-первых, учащиеся должны понять исходные условия задачи, во-вторых, проанализировать и применить имеющиеся знания для создания общей картины рассматриваемого явления и, наконец, прийти к определенным выводам. Кроме того, для решения качественных задач часто необходимо учитывать влияние целого ряда внешних условий на рассматриваемый процесс, а это является благодатной почвой для развития логического, аналитического мышления. Это особенно важно в гимназическом цикле физики, так как с одной стороны, программа по физике в этих классах не всегда носит конкретный, целостный характер, с другой – именно в гимназическом возрасте идет активный процесс развития мышления.

Изложение основного материала. Изучение физики, науки о природных явлениях, раскрывает перед школьником обширные просторы для логического мышления. Каждый из них может сделать для себя удивительные открытия и для этого не нужно обладать ни особенными знаниями, ни специальным оборудованием. Нужно лишь немного внимательней посмотреть на окружающий нас мир, быть чуть более независимым в своих суждениях, и открытия не заставят себя ждать. Пусть это будет только собственное открытие, открытие для себя, но оно поставит сознание и мышление школьника на совсем другой, более высокий уровень и придаст ему уверенности в себе.

Решение качественных задач и есть тот путь, идя по которому можно делать свои маленькие открытия. Рассмотрим несколько примеров на силу Архимеда (выталкивающую силу).

Закон Архимеда гласит «на всякое тело, погруженное в жидкость, действует выталкивающая сила, направленная вверх и равная весу вытесненной жидкости». При анализе задач на закон Архимеда необходимо рассматривать две силы: силу тяжести $\bar{F}_T$, вектор которой направлен вертикально вниз, и выталкивающую силу $\bar{F}_A$, направленную вертикально вверх. Состояние тела, находящегося в жидкости или газе, зависит от соотношения между модулями этих двух сил

$$F_T = mg = \rho_m Vg \text{ и } F_A = \rho_ж Vg \,,$$

где ρ_m и $\rho_ж$ плотности твердого тела и жидкости, соответственно. При анализе условий плавания тел возможны три случая:

$F_T > F_A$ либо $\rho_m > \rho_ж$ – тело тонет;

$F_T = F_A$ либо $\rho_m = \rho_ж$ – тело плавает в жидкости или газе;

$F_T < F_A$ либо $\rho_m < \rho_ж$ – тело всплывает до тех пор, пока не начнет плавать.

После изучения теории для закрепления материала предлагается рассмотреть эксперименты [1], которые без особых затрат довольно просто осуществить. На на ш взгляд визуальное восприятие приносит наибольшую пользу, так как с одной стороны способствует лучшему пониманию теории, а с другой – запоминанию. Можно сделать следующие опыты:

а) два тела из одного и того же материала и одинаковой формы, но разного объема находятся в одной и той же жидкости;
б) два тела из одного и того же материала, одинакового объема, но различной формы (можно взять пластилин) находятся в одной и той же жидкости;
в) два тела одинакового объема и формы, но из различного материала находятся в одной и той же жидкости;
г) два одинаковых тела находятся в различных (лучше одинаково прозрачных) жидкостях.

При осуществлении эксперимента не стоит делать пояснения и лучше использовать тела и жидкости, которые по виду не явно отличаются друг от друга. Учащиеся видят результат эксперимента, анализируют каждый случай, сами дают пояснения и предлагают свой вариант ответа.

Затем можно переходить к решению качественных задач.

Задача: Одинаковы ли выталкивающие силы, действующие на один и тот же деревянный брусок, плавающий сначала в воде, а потом в керосине?

Ответ на поставленную задачу, не может быть однозначным, так как изменение плотности жидкости должно привести к изменению выталкивающей силы, но сила тяжести в обоих случаях одинакова. Если не сделать уточнение, каким образом брусок в этих двух случаях погружен в жидкость, решение задачи нельзя считать корректным. Брусок не может быть полностью погружен в жидкость и при этом находиться в состоянии равновесия в обеих жидкостях. Брусок плавает на поверхности и при переходе от одной жидкости к другой изменяется степень его погружения. Учитывая, что плотность воды больше плотности керосина, объем вытесненной жидкости в случае керосина должен быть больше. В обоих случаях сила тяжести одна и та же, следовательно, в обоих случаях выталкивающие силы одинаковы.