Как видно из гистограммы, в контрольной группе количество студентов, получивших оценки 3–4, превышает количество студентов, получивших аналогичные оценки в экспериментальной группе (оценка 3 – 23 % контрольная группа; 15 % экспериментальная группа; оценка 4 – 35 % контрольная группа; 26% экспериментальная группа). Анализ итогов по оставшимся оценкам показал, что экспериментальная группа явно доминирует. Оценка 5 – 18% контрольная группа и 30 % экспериментальная группа, оценка 6 – 13 % контрольная и 17 % экспериментальная, оценка 7 – 6 % контрольная и 15 % экспериментальная. Анализ контрольной работы наглядно показал, что технология проблемного обучения, применяемая на занятиях, позволяет создать условия для более эффективного формирования знаний о методах научной исследовательской деятельности.

В целом, опираясь на результаты проведенного педагогического исследования, можно сделать следующие выводы:

– применение технологии проблемного обучения способствует формированию мотивационной сферы;

– использование технологии проблемного обучения обогащает представления студентов о научно-исследовательской деятельности;

– предложенная технология способствует активизации процесса обучения, повышению уровня самостоятельности;

– технология проблемного обучения создает условия для формирования знаний, умений и навыков.

Литература

1. Брушлинский А.В. Психология мышления и проблемного обучения. М., 1978.
2. Кудрявцев Т.В. Проблемное обучение – истоки, сущность, перспективы. М.,1991.
3. Матюшкин А.М. Проблемные ситуации в мышление и обучении. М., 1972.
4. Махмутов М.И. Проблемное обучение. М.,1975.

Поступила в редакцию 22. 12. 2006

УДК 373.167.1

О.М. Шепель

ЕСТЕСТВЕННОНАУЧНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ НА ПРОФИЛЬНЫХ УРОКАХ МАТЕМАТИКИ

Томский государственный педагогический университет

В последних журнальных публикациях всё чаще поднимается вопрос о необходимости и возможности более скоординированного преподавания различных естественнонаучных дисциплин, чем это принято сегодня [1–4]. Организация естественнонаучного профиля обучения в старших классах создаёт дополнительные условия для согласованного обучения школьников, поскольку увеличивает объём занятий, отводимых на профильные предметы, и ограничивает круг преподавателей, координирующих друг с другом свою педагогическую деятельность. Участие математики в этом интеграционном процессе может оказаться наиболее эффективным при решении задач, в которых рассматриваются не абстрактные числа, а конкретные естественнонаучные величины, изучаемые на других уроках. В частности, подробное рассмотрение несложных задач, предлагаемых ниже, на профильных занятиях по математике окажет существенную помощь учащимся в более глубоком осмыслении некоторых тем, изучаемых на химии и физике.

ФИЗИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ

Задача 1

Вещества А и В взаимодействуют согласно уравнению

$A + B \rightarrow C$

Определить, через какое время t концентрации реагирующих веществ [A] и [B] уменьшатся вдвое по отношению к первоначальным концентрациям $[A]_0$ и $[B]_0$, если $[A]_0 = [B]_0 = 0.2$ моль/л, а концентрация продукта реакции [C] изменяется со временем согласно равенству:

$$\frac{dC}{dt} = k \cdot [A] \cdot [B],$$

где $k = 0.05$ л/(моль·с).

Дано:	Решение
$[A]_0 = 0.2$ моль/л $[B]_0 = 0.2$ моль/л $[A] = [A]_0 / 2$ $[B] = [B]_0 / 2$ $k = 0.05$ л/(моль·с)	Согласно условию задачи $\frac{d[B]}{dt'} = \frac{d[A]}{dt'} = -k \cdot [A] \cdot [B]$, обозначив $[A] = [B] = x$, $[A]_0 = [B]_0 = x_0$, получим $\frac{dx}{dt'} = -kx^2$, $\frac{dx}{x^2} = -kdt'$,
$t - ?$	

$$\int_{x_0}^{x_0/2} \frac{dx}{x^2} = -\int_0^t kdt', \quad \frac{1}{x_0} = kt,$$

$$t = \frac{1}{kx_0} = \frac{1}{0.05 \cdot 0.2} = 100\,\text{с}.$$

Ответ: $t = 100$ с.

Задача 2

Вещество А распадается согласно уравнению
A $\to$ B + C.

Определить, через какое время t масса этого вещества m уменьшится вдвое, если скорость распада подчиняется равенству

$$\frac{dm}{dt'} = -km,$$

где $k = 10^{-3}\ \ln 2$ с$^{-1}$.

Дано:

$m = m_0/2$

$k = 10^{-3}\cdot\ln 2$ с$^{-1}$

Решение

Согласно условию задачи

$$\frac{dm}{dm} = -kdt', \quad \int_{m_0}^{m_0/2}\frac{dm}{m} = -\int_0^t kdt',$$

$$\ln 2 = kt,\ t = \frac{\ln 2}{k} = \frac{\ln 2}{10^{-3}\cdot\ln 2} = 1000\,\text{с}.$$

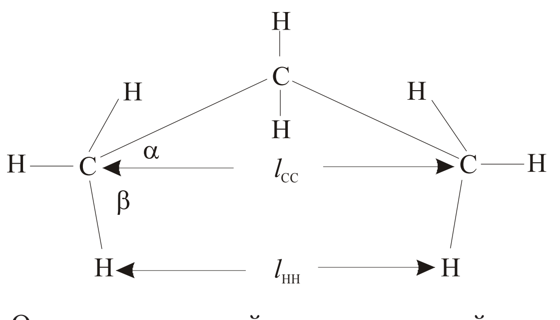
Ответ: t = 1000 с.

Приведённые задачи, помимо закрепления навыков интегрального исчисления, могут служить красивой математической иллюстрацией закономерностей радиоактивного распада, изучаемых на уроках физики, а также темы «скорости реакций», рассматриваемой на химии.

Кроме того, известно, что азы стереометрии учащиеся 10–11 классов изучают на примере простейших абстрактных тел [5]. Между тем на уроках органической химии им приходится сталкиваться с вполне конкретными пространственными структурами органических молекул, которые на уроках математики базового уровня ими никогда не рассматриваются. Представляется целесообразным проводить изучение особенностей строения некоторых химических веществ на профильных занятиях по геометрии, причём лучше всего в форме решения задач, позволяющих учащимся самостоятельно добиваться для себя новых сведений. Например, им может быть предложена следующая задача.

Задача 3

Межатомные расстояния в молекулах нередко измеряются в ангстремах (1 Å = 10^{-10} м). Длина углерод-углеродной связи в молекуле пропана составляет 1.54 Å, а углерод-водородной связи 1.10 Å. Все углы при атомах углерода, образованные химическими связями, составляют 109°28' (cos109°28' = –1/3).



Определить для этой молекулы кратчайшее расстояние между крайними атомами углерода (l_{CC}) и между крайними атомами водорода (l_{HH}). Полученный результат выразить в метрах.

Дано:

$l_1 = 1.54$?

$l_2 = 1.10$?

l_{CC} – ?

l_{HH} – ?

Решение

По теореме косинусов

$$l_{CC} = \sqrt{l_1^2 + l_2^2 - 2l_1l_2\cos 109°28'} =$$

$$= l_1\sqrt{2+\frac{2}{3}} = 1.54\sqrt{\frac{8}{3}} \approx 2.52\,\text{Å}.$$

$$l_{CC} \approx 2.52\,\text{Å} = 2.52\cdot 10^{-10}\,\text{м}.$$

$l_{HH} = l_{CC} - 2l_2\cos\beta$, β = 109°28' – α.

Поскольку β является углом равнобедренного треугольника, сумма углов которого равна 180°, то

$$\alpha = \frac{180° - 109°28'}{2},$$

$$l_{HH} = l_{CC} - 2l_2\cos\left(109°28' - \frac{180° - 109°28'}{2}\right) =$$

$$= l_{CC} - 2l_2\cos 74°12' \approx 1.93 = 1.93\cdot 10^{-10}\,\text{м}.$$

Ответ: $l_{CC} = 2.52\cdot 10^{-10}$ м; $l_{HH} = 1.93\cdot 10^{-10}$ м.

Следует отметить, что недостаточная согласованность преподавания математики с другими естественнонаучными предметами приводит иногда к стесненности в средствах изложения материала по этим дисциплинам. В частности, отсутствие темы «Векторное произведение» в учебниках математики серьезно затрудняет преподавание раздела «Электромагнитное поле» на уроках физики. Точная физика, строго математически описывающая все рассматриваемые ею явления, «спотыкается» на этом разделе, ограничиваясь словесными формулировками правила буравчика и правила левой руки, тем самым создавая впечатление невозможности количественного расчёта направления изучаемых векторных величин. Единственным объяснением отказа от рассмотрения векторного произведения в стандартах среднего образования и учебниках геометрии старших классов может быть только стереотипное заблуждение о недоступной для школьников сложности этой темы. Между тем для расчета координат векторного произведения необходимо лишь умение умножать и вычитать. Приведённые ниже формулировки и задачи представляют собой вариант материала, предлагаемого учащимся для изучения этой темы на профильных занятиях по математике.

ВЕКТОРНОЕ ПРОИЗВЕДЕНИЕ

Вектор $\boldsymbol{c}$ называется векторным произведением векторов $\boldsymbol{a}$ и $\boldsymbol{b}$, если он перпендикулярен плоскости, образуемой этими векторами, и направлен от наблюдателя, воспринимающего поворот от $\boldsymbol{a}$ к $\boldsymbol{b}$ через меньший угол как вращение по часовой стрелке, при этом $|\boldsymbol{c}| = |\boldsymbol{a}|\cdot|\boldsymbol{b}|\sin\alpha$, где α – угол между векторами $\boldsymbol{a}$ и $\boldsymbol{b}$.

Обозначается $\boldsymbol{c} = [\boldsymbol{ab}]$ или $\boldsymbol{c} = \boldsymbol{a}\times\boldsymbol{b}$ (рис.1).

Существенной особенностью векторного произведения является отсутствие свойства переместительности, то есть $[\boldsymbol{ab}] \neq [\boldsymbol{ba}]$. В данном случае $[\boldsymbol{ab}] = -[\boldsymbol{ba}]$ (рис. 2).

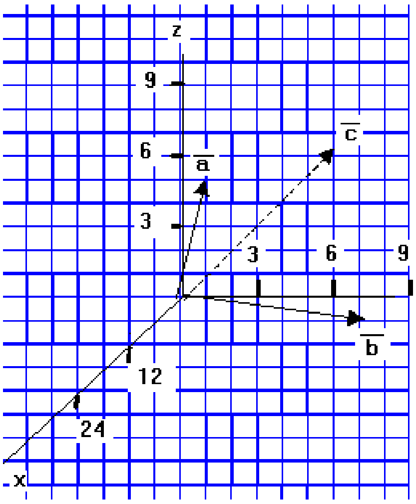


Рис. 1. Иллюстрация векторного произведения $\boldsymbol{c} = [\boldsymbol{ab}]$: векторы $\boldsymbol{a}$ (0, 1, 5) и $\boldsymbol{b}$ (0, 7, –1) лежат на плоскости рисунка, вектор $\boldsymbol{d}$ перпендикулярен плоскости рисунка и направлен *от* читателя

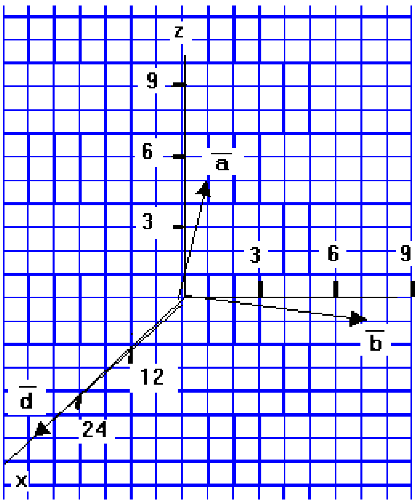


Рис. 2. Иллюстрация векторного произведения $\boldsymbol{d} = [\boldsymbol{ba}]$: векторы $\boldsymbol{b}$ (0, 7, –1) и $\boldsymbol{a}$ (0, 1, 5) лежат на плоскости рисунка, вектор $\boldsymbol{d}$ перпендикулярен плоскости рисунка и направлен *к* читателю

Координаты векторного произведения вектора $\boldsymbol{a}$ (a_1, a_2, a_3) на вектор $\boldsymbol{b}$ (b_1, b_2, b_3) определяются равенством

$$[\boldsymbol{ab}] = \begin{vmatrix} a_2 & a_3 \\ b_2 & b_3 \end{vmatrix} \mathbf{i} + \begin{vmatrix} a_3 & a_1 \\ b_3 & b_1 \end{vmatrix} \boldsymbol{j} + \begin{vmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{vmatrix} \boldsymbol{k},$$

в котором запись $\begin{vmatrix} x_1 & x_2 \\ y_1 & y_2 \end{vmatrix}$ означает разницу $x_1 y_2 - x_2 y_1$ и называется определителем второго порядка (находится разницей произведений из двух чисел).

Практически координаты векторного произведения $[\boldsymbol{ab}]$ можно определять с помощью таблицы (матрицы), составленной из координат этих векторов:

$a_1\ a_2\ a_3$

$b_1\ b_2\ b_3$.

Закрыв в этой таблице первый столбец, получают матрицу первого определителя. Закрыв второй столбец и поменяв местами оставшиеся координаты внутри каждого вектора, получают матрицу второго определителя. Закрыв третий столбец, получают матрицу третьего определителя.

Задача 4

Рассчитать координаты вектора $\boldsymbol{c}$, если $\boldsymbol{c} = [\boldsymbol{ab}]$, где $\boldsymbol{a}$ и $\boldsymbol{b}$ – векторы, представленные на рис. 1.

Дано:

$\boldsymbol{a} = 0\boldsymbol{i} + \boldsymbol{j} + 5\boldsymbol{k}$

$\boldsymbol{b} = 0\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j} - \boldsymbol{k}$

$\boldsymbol{c}$ – ?

Решение

$$\boldsymbol{c} = [\boldsymbol{ab}] = \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 7 & -1 \end{vmatrix} \boldsymbol{i} + \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 7 & -1 \end{vmatrix} \boldsymbol{j} + \begin{vmatrix} 1 & 5 \\ 7 & -1 \end{vmatrix} \boldsymbol{k} =$$

$$= (1 \cdot (-1) - 5 \cdot 7)\boldsymbol{i} + (5 \cdot 0 - 0 \cdot (-1))\boldsymbol{j} + (0 \cdot 7 - 1 \cdot 0)\boldsymbol{k} =$$

$$= -36\boldsymbol{i} + 0\boldsymbol{j} + 0\boldsymbol{k}.$$

Ответ: $\boldsymbol{c} = -36\boldsymbol{i} + 0\boldsymbol{j} + 0\boldsymbol{k}$ или (–36, 0, 0).

Задача 5

Рассчитать координаты вектора $\boldsymbol{d}$, если $\boldsymbol{d} = [\boldsymbol{ba}]$, где $\boldsymbol{b}$ и $\boldsymbol{a}$ – векторы, представленные на рис. 2.

Дано:

$\boldsymbol{a} = 0\boldsymbol{i} + \boldsymbol{j} + 5\boldsymbol{k}$

$\boldsymbol{b} = 0\boldsymbol{i} + 7\boldsymbol{j} - \boldsymbol{k}$

$\boldsymbol{d}$ – ?

Решение

$$\boldsymbol{d} = [\boldsymbol{ba}] = \begin{vmatrix} 7 & -1 \\ 1 & 5 \end{vmatrix} \boldsymbol{i} + \begin{vmatrix} -1 & 0 \\ 5 & 0 \end{vmatrix} \boldsymbol{j} + \begin{vmatrix} 0 & 7 \\ 0 & 1 \end{vmatrix} \boldsymbol{k} =$$

$$= (7 \cdot 5 - (-1) \cdot 1)\boldsymbol{i} + (-1 \cdot 0 - 0 \cdot 5)\boldsymbol{j} + (0 \cdot 1 - 7 \cdot 0)\boldsymbol{k} =$$

$$= 36\boldsymbol{i} + 0\boldsymbol{j} + 0\boldsymbol{k}.$$

Ответ: $\boldsymbol{d} = 36\boldsymbol{i} + 0\boldsymbol{j} + 0\boldsymbol{k}$ или (36, 0, 0).

Задача 6

Определить координаты и модуль вектора силы Лоренца[1] $\boldsymbol{F}$, воздействующей на электрический заряд q, движущийся со скоростью υ в магнитном поле, характеризуемом вектором магнитной индукции $\boldsymbol{B}$, если сила, заряд, скорость и вектор магнитной индукции измеряются в ньютонах (Н), кулонах (Кл), метрах в секунду (м/с) и теслах (Тл) соответственно. При этом $\boldsymbol{F} = q\,[\boldsymbol{\upsilon B}]$, $q = 2$, $\boldsymbol{\upsilon}(75, 25, 125)$, $\boldsymbol{B}$ (0.05, 0.03, 0.01).

Дано:

$q = 2$ Кл

$\boldsymbol{\upsilon} = (71\boldsymbol{i} + 25\boldsymbol{j} + 125\boldsymbol{k})$ м/с

$\boldsymbol{B} = (0.05\boldsymbol{i} + 0.03\boldsymbol{j} + 0.01\boldsymbol{k})$ Тл

$\boldsymbol{F}$ – ? F – ?

[1] Авторы всех школьных учебников физики, пока, вынуждены ограничиваться многословным правилом левой руки:
«Если левую руку расположить так, чтобы составляющая магнитной индукции $\boldsymbol{B}$, перпендикулярная скорости заряда, входила в ладонь, а четыре пальца были направлены по движению положительного заряда (против движения отрицательного), то отогнутый на 90° большой палец покажет направление действующей на заряд силы Лоренца».

Решение

$$\boldsymbol{F}=2\begin{vmatrix}25 & 125\\ 0.03 & 0.01\end{vmatrix}\boldsymbol{i}+2\begin{vmatrix}125 & 75\\ 0.01 & 0.05\end{vmatrix}\boldsymbol{j}+2\begin{vmatrix}75 & 25\\ 0.05 & 0.03\end{vmatrix}\boldsymbol{k}=$$

$$=(-75\boldsymbol{i}+11\boldsymbol{j}+2\boldsymbol{k})\ (\text{Н}),$$

$$F=\sqrt{(-7)^2+11^2+2^2}=\sqrt{174}\approx 13.2\ (\text{Н}).$$

Ответ: $\boldsymbol{F} = (-7\boldsymbol{i} + 11\mathbf{j} + 2\boldsymbol{k})$ Н или F (–7, 11, 2), $F \approx 13{,}2$ Н.

Задача 7

Заряд $q = 0.1$ Кл, движущийся в вакууме со скоростью $\boldsymbol{v}$ (3, 2, 1) м/с, создаёт вокруг себя магнитное поле, вектор индукции которого $\boldsymbol{B}$ описывается равенством

$$\boldsymbol{B}=k\frac{q[\boldsymbol{vr}]}{r^3},$$

где $\boldsymbol{r}$ – радиус-вектор, проведённый от заряда к рассматриваемой точке, r – длина этого радиус-вектора, $k = 10^{-7}$ Тл·м·с/Кл. Определить координаты вектора магнитной индукции для точки (1, 2, 2) см.

Дано:

$q = 0.1$ Кл

$\boldsymbol{v} = (3\boldsymbol{i} + 2\boldsymbol{j} + \boldsymbol{k})$ м/с

$\boldsymbol{r} = (0.01\boldsymbol{i} + 0.02\boldsymbol{j} + 0.02\boldsymbol{k})$ Тл

$\boldsymbol{B}$ – ?

Решение

$$r=\sqrt{(0.01)^2+(0.02)^2+(0.02)^2}=0.03\ (\text{м})$$

$$\boldsymbol{B}=\frac{0.1\cdot 10^{-7}}{0.03^3}\left(\begin{vmatrix}2 & 1\\ 0.02 & 0.02\end{vmatrix}\boldsymbol{i}+\begin{vmatrix}1 & 3\\ 0.02 & 0.01\end{vmatrix}\boldsymbol{j}+\right.$$

$$\left.+\begin{vmatrix}3 & 2\\ 0.01 & 0.02\end{vmatrix}\boldsymbol{k}\right)\approx$$

$$\approx(7.4\cdot 10^{-6}\boldsymbol{i}-18.5\cdot 10^{-6}\boldsymbol{j}+14.8\cdot 10^{-6}\boldsymbol{k})\ (\text{Тл}).$$

Ответ: $\boldsymbol{B}$ $(7.4\cdot 10^{-6} - 18.5\cdot 10^{-6} + 14.8\cdot 10^{-6})$ Тл или $\boldsymbol{B}$ $(7.4\cdot 10^{-6}, -18.5\cdot 10^{-6}, 14.8\cdot 10^{-6})$ Тл.

Литература

1. Шепель О.М. Проблемы интеграции математики, физики, химии, биологии в преподавании дисциплины «Основы естественнонаучного познания мира» // Школьные технологии. 1999. № 1–2. С.153–155.
2. Хачатрян А.Г. Традиционные пропорции или современные формулы? // Химия в школе. 2004. № 1. С. 46–47.
3. Сыромятникова Л.Ю., Дрокина Т.Н. Межпредметный урок по теме «Знакомьтесь: растворы» // Химия в школе. 2004. № 1. С. 38–41.
4. Шепель О.М. О синергетическом преподавании химии // Химия в школе. 2004. № 1. С. 41–45.
5. Погорелов А.В. Геометрия: Учебник для 10–11 классов. М.: Просвещение, 2004.

Поступила в редакцию 18. 10. 2006

УДК 371.32(07)

И.В. Штейникова, В.И. Шишковский

ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБУЧЕНИЯ ФИЗИКЕ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ШКОЛЕ

Томский государственный педагогический университет

В последние годы большинство стран объединяют свои усилия в разработке единых подходов к оценке качества обучения, а также в проведении международных исследований, которые позволяют сравнивать подготовку учащихся этих стран и осуществлять мониторинг качества образования в мире [1].

Для того чтобы в нашей стране было соответствующее качество образования, объективность при приеме выпускников в вузы и профессиональные учебные заведения, необходимо формирование общественной системы оценки качества образования (ОСОКО). ОСОКО действует независимо от администрации образовательных учреждений и от органов управления образованием.

«Реализация эффективной общероссийской системы оценки качества образования должна включать разработку и внедрение ее модели, обеспечивающей взаимодействие федеральных структур с региональными, осуществляющими решение задач ЕГЭ, аттестации и аккредитации учебных заведений, а также методологии использования информационных ресурсов и результатов ЕГЭ для введения их в систему оценки и управления качеством профессионального образования» [2].

К настоящему времени ОСОКО планирует общероссийский мониторинг качества образования школьников по результатам международных и общероссийских исследований.

Мониторинг – это отслеживание качества усвоения знаний и умений в учебном процессе.

«Образовательный мониторинг – категория педагогическая и управленческая, поскольку он не копирует общие положения теории информации, а переводит их на язык педагогики, психологии и управления» [3].

Формирование и функционирование образовательного мониторинга выделяет несколько уровней: внут-