

ОТКРЫТЫЙ УРОК: ВЕКТОРЫ В ФИЗИКЕ И МАТЕМАТИКЕ

11 КЛАСС

Методические цели урока:

Образовательные: вызвать объективную необходимость изучения нового материала; способствовать овладению знаниями по теме «Векторные величины в физике»; оценить возможность использования методов векторной алгебры при изучении различных физических явлений

Развивающие: содействовать развитию мышления, познавательных умений; содействовать овладению методами научного исследования: анализа и синтеза.

Воспитательные: формировать добросовестное отношение к учебе, положительной мотивации к учению, к коммуникативным умениям, способствовать воспитанию гуманности, дисциплинированности, эстетического восприятия мира.

Тип урока: Урок обобщений

Задачи урока:

Образовательная – формирование единого взгляда на понятие вектора в физике и в математике, на возможность применения методов векторной алгебры в физических задачах

Развивающая – формирование навыка использования метода проекций как развитие координатного метода в математике

Воспитательная – формирование умения концентрировать внимание, вести диалог, аргументировано отстаивать свое мнение.

Предметные цели урока:

1. Обобщить понятие вектора в пространстве. Подчеркнуть, что понятие вектора используется и в математике, и в физике.
2. Суммировать знание действий над векторами, показать связь между действиями над векторами и теми физическими процессами, которые с ними связаны.
3. Показать, что можно использовать координатный метод задания векторов при решении ряда задач, и подчеркнуть, что в равной степени можно использовать метод проекций, который также используют при решении различных физических задач.

4. Показать, что введение понятия векторного произведения векторов связано с открытием соответствующих физических законов, в частности с силой Ампера и силой Лоренца в электромагнетизме. Также вводятся понятия скалярно- векторного и двойного векторного произведения трех векторов.
5. Рассматриваемые в векторной алгебре понятия симметрии, имеющие место в геометрии (в частности, в многогранниках) кристаллов, связаны со структурами в кристаллах, изучаются кристаллофизикой и являются причиной различных физических явлений.

Различные функции, изучаемые в рамках алгебры и математического анализа, используются для описания и изучения различных физических явлений. Так, линейная функция описывает равномерное прямолинейное движение, квадратичная функция описывает равноускоренное прямолинейное движение, тригонометрические функции (синус, косинус) позволяют описать периодические процессы (механические, электромагнитные колебания и волны), показательная функция связана со статистическими распределениями в молекулярной физике и т.д.

Для достижения перечисленных целей открытого урока, посвященного векторам в математике и физике, были использованы примеры различных физических явлений, оперирующих понятием векторов, действиями над векторами, скалярным и векторным произведением векторов, в частности были рассмотрены силы Ампера и Лоренца, возникающие при движении заряженных частиц в магнитном поле.

Открытый урок подводит итог изучения векторов в геометрии (стереометрии), обобщает возможности координатного метода в геометрии, рассматривает использование понятия вектора в физике, подчеркивает развитие векторных методов в математике с целью глубокого изучения явлений и законов природы.

Урок проводится в форме конкурса. Класс делится на две команды. Избираются капитаны команд. Одну команду возглавил Илья Марченко, другую – Валерий Даденко. Арбитром урока была избрана Мария Молчанова. Учитель исполняет роль независимого эксперта. Были подготовлены вопросы для конкурса, которые были сведены в общий список, и с которыми были ознакомлены все участники. Затем вопросы были разделены на две части, не известным участникам образом.

Общий список возможных вопросов выглядел следующим образом:

1. Что такое вектор?
2. К чему приложен вектор?
3. Сила- величина векторная. Чем вектор силы отличается от вектора в математике?
4. Что такое противоположный вектор?
5. Что такое сумма векторов?
6. Всегда ли можно складывать векторные физические величины?
7. Как складывать векторы?

8. Что такое правило треугольника (параллелограмма)?
9. Что такое правило многоугольника?
10. Можно ли складывать векторы одного направления?
11. Можно ли складывать векторы противоположных направлений?
12. Что такое результирующий вектор?
13. Что такое эквивалентная система сил?
14. Что такое равнодействующая сила?
15. Что такое разложение векторов?
16. Что такое вычитание векторов?
17. Как можно из одного вектора вычесть другой?
18. Может ли существовать система сил, не имеющая равнодействующей силы?
19. Как найти равнодействующую системы нескольких сонаправленных сил, приложенных к телу?
20. Может ли равнодействующая двух сил, приложенных к телу, лежать за пределами этого тела?
21. Можно ли вектор умножить на число?
22. Если умножить вектор на отрицательное число?
23. Как еще можно задать вектор?
24. Дает ли координатный метод какие-либо преимущества?
25. К каким векторам он применим в первую очередь?
26. В чем суть вектора?
27. В чем особенность векторов перемещения?
28. Можно ли использовать координатный метод для вектора силы?
29. Что такое метод проекций в физике?
30. Как метод проекций используется для нахождения результирующего вектора?
31. Можно ли перемножать векторы?
32. Как называется такое произведение?
33. Может ли работа равняться нулю?
34. Когда скалярное произведение отрицательно?
35. С чем связана работа?
36. Что дает нам знание скалярного произведения?
37. С какой фигурой связан ортонормальный базис?
38. С какой фигурой связан косоугольный базис?
39. Можно ли делить вектор на вектор?
40. Можно ли возводить вектор в квадрат? А извлекать корень?
41. Можно ли при умножении вектора на вектор получить вектор?
42. Отличается ли сила Лоренца от силы Ампера?
43. Что у них общего? От чего зависят их величины?
44. Как задают направление силы?
45. Можно ли ввести формализованное определение векторного произведения двух векторов?
46. Можно ли для этого использовать координатный метод?
47. Существуют ли иные определения произведения векторов?

48. Имеются ли другие обобщения?
 49. К этим понятиям примыкают понятия симметрии. Для чего это нужно?
 50. Много ли таких структур встречается в природе?
 51. Что дает нам знание кристаллических структур?
 52. Какие явления могут зависеть от направления в кристалле?
 53. Что-либо еще с этим связано?
 54. Что еще к этому можно добавить?
 55. Можно ли подвести итог урока? Высказаться могут представители обеих команд.
- Прозвучали и другие вопросы, предложенные учащимися.

Общий список вопросов и вариантов возможных ответов выглядел таким образом:

1. Что такое вектор? Направленный отрезок. Физическая величина, характеризующаяся как значением, так и направлением.
2. К чему приложен вектор? К точке, к физическому телу, к точке в пространстве.
3. Сила- величина векторная. Чем вектор силы отличается от вектора в математике? Результат действия силы зависит от точки ее приложения. Вектор в математике можно переносить параллельно самому себе. Такой вектор называют свободным.
4. Что такое противоположный вектор? Значение то же, направление противоположное. Их сумма равна нулю. Их действия компенсируются.
5. Что такое сумма векторов? Если два вектора приложены к одной точке (телу), и действуют одновременно, их можно заменить одним вектором, оказывающим на тело такое же действие, как и заданные.
6. Всегда ли можно складывать векторные физические величины? Складывать можно только одинаковые физические величины, например векторы силы, векторы скорости и т.д. Размерность суммы векторов в этом случае совпадает с размерностями слагаемых.
7. Как складывать векторы? По правилу параллелограмма. Силы часто приложены к одной точке. Чтобы найти результирующую силу, можно использовать теорему косинусов.
8. Что такое правило треугольника? Для векторов перемещения, когда начало второго вектора совпадает с концом первого, его можно использовать. Для вектора силы оно формализовано.
9. Что такое правило многоугольника? Это обобщение правила треугольника, когда начало следующего вектора совпадает с концом предшествующего, а результирующий вектор соединяет начало первого вектора с концом последнего.
10. Можно ли складывать векторы одного направления? Да, складывают их величины, направление остается тем же.

11. Можно ли складывать векторы противоположных направлений? Да, величины вычитают, направление совпадает с направлением большего вектора.
12. Что такое результирующий вектор? То же, что и сумма векторов.
13. Что такое эквивалентная система сил? Если одну систему сил можно заменить другой системой, не изменив при этом характер движения тела, новая система сил будет эквивалентной старой.
14. Что такое равнодействующая сила? Если систему сил заменить одной силой, ее называют равнодействующей силой. Равнодействующая сила имеет точку приложения.
15. Что такое разложение векторов? Если иметь ввиду вектор силы, то операция замены одной силы эквивалентной системой из нескольких сил называется разложением силы.
16. Что такое вычитание векторов? Это загадка. Отгадайте, какой вектор нужно прибавить к первому, чтобы получить результирующий вектор. Неизвестный вектор - это разность между результирующим вектором и известным (первым) вектором. А можно сказать, что это сумма первого вектора и вектора, противоположного второму.
17. Как можно из одного вектора вычесть другой? Если два вектора отложены из одной точки, разностный вектор соединяет конец вычитаемого с концом уменьшаемого.
18. Может ли существовать система сил, не имеющая равнодействующей силы? Да, например, пара сил. Это две равные по величине и противоположно направленные силы, не лежащие на одной прямой.
19. Как найти равнодействующую системы нескольких сонаправленных сил, приложенных к телу? В физике для этой цели используют правило моментов сил. Математика об этом умалчивает, т.к. рассматривает свободные векторы, которые можно переносить в любую точку.
20. Может ли равнодействующая двух сил, приложенных к телу, лежать за пределами этого тела? Да, когда, например, две силы противоположно направлены, их величины различны и приложены они к различным точкам, не лежащим вдоль линии действия одной из сил.
21. Можно ли вектор умножить на число? Да, умножить вектор на два - значит сложить два одинаковых вектора, разделить вектор на три - значит взять три вектора в три раза короче, таких, чтобы их сумма дала заданный вектор.
22. Если умножить вектор на отрицательное число? Тогда в дополнение направление вектора изменится на противоположное.
23. Как еще можно задать вектор? Можно использовать координатный метод.
24. Дает ли координатный метод какие-либо преимущества? Да, при выполнении действий с векторами можно использовать формальную алгебру.

25. К каким векторам он применим в первую очередь? В первую очередь к векторам перемещения.
26. В чем суть метода? Любой вектор перемещения удобно представить как сумму трех взаимно ортогональных (перпендикулярных) векторов и выразить их через единичные векторы (ортонормальный базис).
27. В чем особенность векторов перемещения? Они не могут быть приложены к одной точке. Последующее перемещение начинается с точки, где завершилось предшествующее перемещение.
28. Можно ли использовать координатный метод для вектора силы? Да, если ввести ортогональный базис векторов сил. Метод можно использовать для векторов различной природы, если мы остаемся в пределах трехмерной Евклидовой геометрии.
29. Что такое метод проекций в физике? Метод заключается не в рассмотрении сил относительно ортогонального базиса, а в рассмотрении проекций векторов в трехмерной (часто ортогональной) системе координат. В частности, задачи на применение законов Ньютона широко используют метод проекций.
30. Как метод проекций используется для результирующего вектора? Доказывается, что проекция результирующего вектора на любую ось координат равна алгебраической сумме проекций суммирующихся векторов на ту же ось.
31. Можно ли перемножать векторы? Да, часто такое умножение определено для векторов различных величин и описывается скалярной величиной.
32. Как называется такое произведение? Скалярным произведением двух векторов. Например, произведение вектора силы на вектор перемещения дает механическую работу (скалярную величину).
33. Может ли работа равняться нулю? Да, если вектор силы перпендикулярен вектору перемещения.
34. Когда скалярное произведение отрицательно? Когда угол между вектором силы и вектором перемещения тупой или развернутый.
35. С чем связана механическая работа? С другими физическими величинами. Например, с энергией. Имеет место закон сохранения энергии.
36. Что дает нам знание скалярного произведения? В координатном методе позволяет нам вычислять углы между прямыми, прямыми и плоскостями, расстояние между точками, прямыми, плоскостями.
37. С какой фигурой связан ортонормальный базис? С кубом, прямоугольным параллелепипедом.
38. С какой фигурой связан косоугольный базис? С косоугольным, в частности, с наклонным параллелепипедом.
39. Можно ли делить вектор на вектор? Деление векторов в векторной алгебре не определено.

40. Можно ли возводить вектор в квадрат? А извлекать корень? Возвести в квадрат - значит найти скалярное произведение вектора на самого себя, извлечение корня не определено.
41. Можно ли при умножении вектора на вектор получить вектор? Да, в 1820 году Ампер открыл закон, из которого следовало, что на проводник с протекающим по нему постоянным электрическим током со стороны магнитного поля, характеризующегося вектором магнитной индукции, действует механическая сила, значение которой прямо пропорционально и силе тока, и вектору магнитной индукции. Направление силы определяется правилом левой руки.
42. Отличается ли сила Лоренца от силы Ампера? Сила Лоренца действует на движущуюся заряженную частицу в магнитном поле и зависит от заряда частицы, скорости частицы и от величины вектора магнитной индукции магнитного поля.
43. Что у них общего? От чего зависят их величины? Обе силы прямо пропорциональны значению вектора магнитной индукции и синусу угла между вектором скорости (направлением силы тока) и направлением магнитного поля. Если угол равен 90° , значение силы максимально. Если два вектора сонаправлены, величина силы равна нулю.
44. Как задают направление силы? Правилем левой руки (если частица положительно заряжена). Можно пользоваться правилом правой руки – для отрицательно заряженной частицы.
45. Можно ли ввести формализованное определение векторного произведения двух векторов? Для математического описания силы Ампера или силы Лоренца вводят понятие векторного произведения двух векторов. Записывают: $\vec{c} = [\vec{a}, \vec{b}]$, где $\vec{c}$ перпендикулярен $\vec{a}$, и $\vec{c}$ перпендикулярен $\vec{b}$ и $|\vec{c}| = |\vec{a}| \cdot |\vec{b}| \sin \alpha$, α - угол между векторами $\vec{a}$ и $\vec{b}$. Вектор $\vec{c}$ имеет следующие координаты:
 $\vec{c} \{y_1 z_2 - z_1 y_2; z_1 x_2 - x_1 z_2; x_1 y_2 - y_1 x_2\}$, где координаты вектора $\vec{a} \{x_1, y_1, z_1\}$, координаты вектора $\vec{b} \{x_2, y_2, z_2\}$. В векторной алгебре три вектора могут составлять как правый, так и левый базисы.
46. Можно ли для этого использовать координатный метод? Вектор $\vec{c}$ имеет следующие координаты: $\vec{c} \{y_1 z_2 - z_1 y_2; z_1 x_2 - x_1 z_2; x_1 y_2 - y_1 x_2\}$.
47. Существуют ли иные определения произведения векторов? Да, это так называемое смешанное скалярно - векторное произведение трех векторов. Это обобщение двух уже названных произведений.
48. Имеются ли другие обобщения? Да, это двойное векторное произведение трех векторов, когда в результате такой операции опять получаем вектор.
49. К этим понятиям примыкают понятия симметрии. Для чего это нужно? Мы изучили многогранники. Некоторые. Но оказалось, в природе такие фигуры встречаются. Это прежде всего кристаллы. Например, горный хрусталь.

50. Много ли таких структур встречается в природе? Кристаллы обладают разными структурами, с этим связаны их различные формы. Это связано с их природой, с различным характером взаимодействия атомов. Этим занимается кристаллография. В кристаллах наблюдаются различные типы симметрии.
51. Что дает нам знание кристаллических структур? Не только женские украшения. Бриллиант может украсить руку с кольцом или корону правителя, а может рассказать о природе взаимодействия. Кристаллофизика открыла удивительные явления, используемые не только наукой и техникой, но и в повседневной жизни.
52. Какие явления могут зависеть от направления в кристалле? Например, скорость света. Это приводит к раздвоению света в кристалле (так называемое двулучепреломление).
53. Что-либо еще с этим связано? Да, при этом каждый пучок света становится поляризованным. В этом можно убедиться, рассматривая свет с помощью поляроида.
54. Что еще к этому можно добавить? Природа поляризации может быть различна. Кроме того скорость поляризованного света в кристалле может зависеть от его длины волны.
55. Можно ли подвести итог урока? Высказаться могут представители обеих команд.

В процессе конкурса основное внимание было уделено не только определениям и правилам математических действий над векторами, но и физическому смыслу векторов, связи векторов с физическими явлениями, с описанием и исследованием физических явлений. В ходе обсуждения было отмечено, что в физике иногда используются аналогии, более предпочтительные в ряде случаев. Так, при изучении применения законов Ньютона используется метод проекций, когда вместо сложения векторов сил, действующих на тело, рассматриваются (используются) алгебраические суммы проекций векторов на оси трехмерной декартовой системы координат.

Особое внимание было уделено векторному произведению двух векторов. Это произведение не рассматривается в рамках школьной стереометрии, но в физике изучаются сила Ампера, сила Лоренца, возникающие при движении заряженных частиц в магнитном поле. В последнем случае вектор силы Лоренца рассматривается как векторное произведение вектора скорости частицы на вектор магнитной индукции. Направление и силы Ампера, и силы Лоренца задается правилом левой руки. Это правило не противоречит определениям векторной алгебры.

Также коснулись вопросов симметрии. В геометрии это можно связать с симметрией в многогранниках. Этими вопросами в физике занимаются, например, кристаллофизика, кристаллография. Различным структурам в кристаллах присущи различные типы

симметрии, и с этим связаны наблюдаемые и изучаемые в кристаллах физические свойства.

В заключении слово было предоставлено нашему арбитру. Она подвела итог конкурса и назвала команду-победителя.

Можно считать, что цели урока в основном достигнуты. Нужно отметить, что не зависимо от победы той или другой стороны в конкурсе с нами остаются наши знания, понимания, навыки и умения, которые мы пронесем по жизни и которыми мы сможем воспользоваться всегда.

РЕФЛЕКСИЯ.

Составьте соответствия своего состояния после урока

1. На уроке я работал	активно / пассивно
2. Своей работой на уроке я	доволен / не доволен
3. Урок для меня показался	коротким / длинным
4. За урок я	не устал / устал
5. Материал урока мне был	понятен / не понятен
	полезен / бесполезен
	интересен / скучен

Учитель

Шаталин И.Д.