

*Санкт-Петербургский государственный морской технический университет,
г. Санкт-Петербург, Россия*

Аннотация. В работе рассматриваются физические величины, которые не изменяются при изменении условий протекания физических явлений и процессов. Такие величины встречаются в различных разделах курса физики: в механике, молекулярной физике и термодинамике, электродинамике, в квантовой физике. Приведены примеры таких физических величин. Знание этих величин необходимо при решении некоторых заданий базового уровня сложности ЕГЭ по физике.

Ключевые слова: неизменяемые (постоянные) физические величины; тестовые задания по физике базового уровня сложности на закономерности и построение графиков

Одним из типов заданий ЕГЭ по физике базового уровня сложности являются так называемые «задания на закономерности», в которых изменяются условия протекания того или иного физического процесса или явления. Требуется определить, как при этом изменяются (увеличиваются или уменьшаются) или остаются неизменными некоторые физические величины, характеризующие рассматриваемый процесс или явление. Такие задания имеют место по различным разделам курса физики: по механике (задание 5), по молекулярной физике и термодинамике (некоторые из заданий 11), по электродинамике (задание 16) по квантовой физике (некоторые из заданий 19) [1]. Для правильного решения этих заданий требуется анализировать физические процессы (явления), используя основные положения и законы, изученные в курсе физики.

В данной работе приводится, возможно и неполный, перечень физических величин, которые остаются постоянными (не изменяются) при изменении условий протекания того или иного физического процесса или явления. Следует заметить, что знание о таких физических величинах требуется также при выполнении некоторых заданий 21 на определения вида графика зависимости между физическими величинами [1].

В механике остаются неизменными модуль скорости тела при равномерном движении (как прямолинейном, так и криволинейном), модуль и вектор ускорения тела при прямолинейном равномерном движении. При равномерном вращении твердого тела вокруг неподвижной оси (а также при равномерном движении материальной точки по окружности) не изменяются угловая скорость вращения, период и частота вращения. Остается неизменным ускорение тела при его движении вблизи поверхности Земли, если сопротивление воздуха не учитывать. Не изменяется проекция скорости на горизонтальное направление при движении тел, брошенных горизонтально или под углом к горизонту. Остается неизменным коэффициент трения между соприкасающимися поверхностями при движении тела по горизонтальной или по наклонной плоскости при изменении масса тела или угла наклона плоскости. При движении тела по гладкой или по шероховатой наклонной плоскости не меняется модуль ускорения тела при изменении массы тела. Остается постоянным и время скатывания тела с вершины наклонной плоскости (причем плоскость может быть как гладкой, так и шероховатой) при изменении массы тела. Не меняется сила нормальной реакции опоры при постоянной массе тела и его движении как по горизонтальной, так и по наклонной плоскости или при вращении тела на горизонтальном диске. Не меняются коэффициент жесткости (упругость) пружины при движении тела, закрепленного на пружине по горизонтальной плоскости или по вертикали. Не меняются период и частота колебаний математического маятника при изменении массы шарика, закрепленного на нити. Не изменяются импульс и кинетическая энергия тела при спуске человека на парашюте с постоянной скоростью. Сохраняется механическая энергия тела, брошенного под углом к горизонту или горизонтально при отсутствии силы сопротивления воздуха. При неизменной массе тела, плавающего на поверхности жидкости, не меняется сила Архимеда и масса вытесненной жидкости при изменении плотности жидкости, а также при изменении размеров тела.

В молекулярной физике и термодинамике многие физические величины не изменяются при протекании различных физических процессов. В замкнутом (герметичном) сосуде при перемещении поршня не изменяются число частиц, масса и количество вещества. В изотермическом процессе по определению температура системы или тела остается постоянной. В этом процессе не меняются также средняя кинетическая энергия молекул идеального газа и внутренняя энергия газа при неизменном количестве вещества. При изохорном процессе по определению остается постоянным объем газа. В замкнутом (герметичном) сосуде постоянного объема не меняются плотность газа и его концентрация. В изохорном процессе остается постоянной равной нулю работа газа. В изобарном процессе по определению не меняется давление газа. Не изменяется парциальное давление данного газа (или общее давление смеси газов) если равны начальное и конечное количество вещества этого газа (смеси газов). При расчете количества теплоты, переданного телу или отданного телом без изменения агрегатного состояния вещества, остается постоянной теплоемкость тела и удельная теплоемкость вещества тела. При плавлении тела и обратном процессе – отвердевании (кристаллизации) температура кристаллического тела остается постоянной, константой также является удельная теплота плавления тела. Аналогично при кипении жидкости и обратном процессе - конденсации пара температура кипения (при неизменном атмосферном давлении) остается постоянной. Постоянной величиной является и удельная теплота парообразования. При адиабатном процессе по определению остается постоянной величиной равной нулю количество теплоты, получаемое или отдаваемое термодинамической системой. При постоянной температуре окружающей среды остается постоянной величиной давление насыщенного пара. Поэтому в замкнутом сосуде под поршнем в случае динамического равновесия между паром и жидкостью при изотермическом процессе остаются неизменными следующие физические величины: давление водяного пара, которое равно давлению насыщенного пара, влажность воздуха (100%), плотность и концентрация водяного пара.

Рассмотрим физические величины в электродинамике, которые не изменяются в ряде физических процессов. Остается постоянной равной нулю напряженность электрического поля внутри поверхности сферы при изменении заряда на ее поверхности. Не изменяется электроемкость конденсатора при изменении заряда на нем или при увеличении напряжения на конденсаторе. Емкость конденсатора остается постоянной в процессе его разрядки через сопротивление. Заряд на конденсаторе остается неизменным после отключения конденсатора от источника постоянного тока. Если конденсатор не отключается от источника постоянного тока, то неизменным остается напряжение между его пластинами (обкладками). В замкнутой (или полной) цепи постоянного тока не меняются ЭДС источника тока и его внутреннее сопротивление при изменении внешнего сопротивления (сопротивления нагрузки). Остается равным нулю поток индукции магнитного поля через плоскую площадку, если силовые линии расположены в плоскости этой площадки. При движении заряженных частиц по окружности в однородном магнитном поле период и частота вращения не зависят от скорости движения этих частиц, а также от радиуса окружности. Частота и период колебаний в электромагнитной волне остаются неизменными при переходе волны из одной среды в другую. Оптическая сила линзы и ее фокусное расстояние не зависят от расстояния между предметом и линзой. Показатель преломления прозрачного материала не зависит от угла падения света на его поверхность.

В квантовой физике также есть физические величины, которые остаются постоянными при изменении условий протекания того или иного физического процесса. При внешнем фотоэффекте (если не менять материал фотокатода) остаются постоянными работа выхода, а также частота и длина волны, соответствующие красной границе фотоэффекта. При неизменяющейся энергии фотонов остаются постоянными их частота и длина волны, импульс фотона, а при фотоэффекте максимальные кинетическая энергия и скорость вылетающих с катода электронов, а также величина задерживающего напряжения между анодом и катодом. При изменении интенсивности излучения, падающего на катод, также остаются постоянными максимальные кинетическая энергия и скорость вылетающих с катода электронов, и задерживающее напряжение. При изменении числа нейтронов в атомном ядре

не меняются зарядовое число химического элемента, его положение в периодической системе элементов Д.И. Менделеева, а также число электронов в нейтральном атоме. При испускании атомом электронов, позитронов, фотонов, в том числе гамма-квантов, не меняется массовое число химического элемента.

Приведенные примеры показывают наличие достаточно большого количества физических величин, которые остаются постоянными (не меняются) при изменении условий протекания того или иного физического процесса или явления.

Список литературы:

1. ЕГЭ. Физика: типовые экзаменационные варианты: 30 вариантов / под. редакцией М.Ю. Демидовой. – Москва: Изд. «Национальное образование», 2023. – 400 с.

V. S. Babaev

Constant physical quantities when changing the conditions of physical processes and phenomena

State Marine Technical University of St.Petersburg, Russia

Abstract. *The paper considers physical quantities that do not change when the conditions of physical phenomena and processes change. Such quantities are found in various sections of the physics course: in mechanics, molecular physics and thermodynamics, electrodynamics, and quantum physics. Examples of such physical quantities are given. Knowledge of these values is necessary when solving some tasks of the basic level of complexity of the Unified State Exam in physics.*

Keywords: **immutable (constant) physical quantities; physics test tasks of the basic level of complexity on patterns and plotting**