

Выведите формулы:

- 1) связи между кинетической энергией фотоэлектрона и задерживающим напряжением;
- 2) радиуса стационарной орбиты электрона в атоме водорода;
- 3) полной энергии электрона атома водорода на стационарной орбите;
- 4) частоты излучения при переходе электрона в атоме водорода с одной стационарной орбиты на другую;
- 5) энергии связи;
- 6) энергетического выхода ядерной реакции;
- 7) закона радиоактивного распада.

Докажите, что:

- 1) уравнение Эйнштейна для фотоэффекта является частным случаем закона сохранения энергии;
- 2) экспериментальные законы фотоэффекта невозможно объяснить на основе классической электродинамики;
- 3) свободный электрон не может поглотить фотон;
- 4) планетарная модель атома противоречит законам классической электродинамики;
- 5) энергетически выгодным является синтез легких и распад тяжелых ядер.

Постройте графики зависимости:

- 1) фототока от напряжения между электродами фотоэлемента;
- 2) кинетической энергии фотоэлектронов от частоты;
- 3) фототока насыщения от интенсивности света, падающего на фотокатод;
- 4) задерживающего напряжения от частоты;
- 5) импульса фотона от длины волны;
- 6) радиуса стационарной орбиты электрона в атоме водорода от ее номера;
- 7) удельной энергии связи от числа нуклонов в атомном ядре;
- 8) количества нераспавшихся радиоактивных ядер от времени.

Глава 16. СТРУКТУРА ФИЗИЧЕСКИХ ЗНАНИЙ И КРИТЕРИИ ИХ ОЦЕНКИ НА ЭКЗАМЕНЕ ПО ФИЗИКЕ

16.1. ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЗНАНИЙ ПО ФИЗИКЕ

В общих указаниях к программе по физике для поступающих в высшие учебные заведения подчеркивается, что при проведении вступительного экзамена основное внимание должно быть

обращено на знание абитуриентами основных экспериментальных фактов, понятий, законов, теорий и методов физической науки, понимание ими диалектического характера физических явлений, универсальности важнейших законов сохранения в физике, преемственности физических теорий, отношений теории и эксперимента в развитии физики, неисчерпаемости и единства окружающей среды, роли отечественных и зарубежных ученых в развитии физики, умение решать задачи по всем разделам программы и пользоваться при вычислениях единицами физических величин в СИ.

С целью конкретизации этих требований рассмотрим структуру физических знаний и выделим требования, которые предъявляются на экзамене.

Выделяют пять основных элементов системы научных знаний по физике: научные факты, физические понятия, законы, теории и, наконец, физическая картина мира.

Так как физика является экспериментальной наукой, для исследования физических объектов используются наблюдение за ними и (или) физический эксперимент. Полученные в результате наблюдений и (или) эксперимента сведения называют научными фактами. Таким образом, *научные факты* — это знания, которые являются отражением реальных явлений (свойств объектов), происходящих в природе и достоверность которых доказана.

Абитуриент должен знать: внешние признаки определенного физического явления; условия, при которых оно происходит; сущность явления и его механизм, определение явления и количественные характеристики; использование явления на практике и предупреждение его вредных воздействий.

Физическим понятием называют мысль, в которой отражены общие существенные свойства (стороны) физических объектов и явлений определенного класса, существенные связи и отношения между ними. Физические понятия можно разделить на пять основных групп: *структурные формы вещества* (макротела, молекулы, атомы, ионы, ядра атомов, элементарные частицы); *свойства тел* (вещества, полей); *физические явления* (механическое движение, тепловые, электрические, магнитные, оптические и другие явления); *физические величины*, характеризующие свойства тел и явлений (масса, скорость, ускорение, температура, давление, плотность, заряд и др.); *предметные понятия* (приборы, установки и т. д.).

К основным характеристикам понятия относятся его содержание и объем. *Содержание понятия* — это совокупность существенных свойств объектов определенного класса, которые отражаются в сознании с помощью данного понятия. Свойства, которые отличают данный класс объектов от всех остальных, называются существенными свойствами или существенными признаками. *Объем понятия* определяется количеством объектов, охватываемых данным понятием. По своему объему понятия делятся на единичные, общие и категории, т. е. понятия, которые отражают самые общие черты объективного мира: материя, движение, масса, энергия и т. д.

Понятия, отражающие существенные признаки всего класса объектов и специфические признаки отдельных групп этих объектов, называются *родовыми*. Понятия, отражающие только специфические признаки отдельной группы объектов, являются *видовыми*, т. е. видовые понятия имеют меньшую степень общности, чем родовые. Например, электроизмерительный прибор — родовое понятие по отношению к таким понятиям, как амперметр, омметр, вольтметр, ваттметр.

Сформулировать определение понятия — это значит назвать самые существенные свойства объекта (явления). Существуют три способа определения понятий: определение через ближайшее родовое понятие и видовые отличия; определение через указание способов образования объекта (генетическое определение); номинальное определение, т. е. толкование слова или термина, который обозначает данное понятие.

В физике имеют дело в основном с первым способом определения понятий. Определение через ближайший род и видовые отличия состоит из двух частей. На первом месте стоит определяемое понятие, на втором — то родовое понятие, которому подчиняется определяемое понятие, а на третьем — видовое отличие. Например: тепловым двигателем называют двигатель, преобразующий внутреннюю энергию в механическую работу.

К определению понятия предъявляются пять требований.

1. Определение должно быть соразмерным, т. е. объемы определяемого и родового понятий должны быть одинаковыми. Если объем родового понятия больше, чем объем видового понятия, определение называется широким. Например: “вещество — это материя”; “двигатель — это машина”; “динамометр — это приспособление”. Если объем родового понятия меньше объема видового понятия, определение является узким. Например: “ве-

щество — это то, что состоит из молекул”; “двигатель — машина, превращающая электрическую энергию в механическую”; “динамометр — приспособление для измерения силы трения”. Приведем определения, удовлетворяющие первому требованию: “веществом называют структурные формы материи, состоящие из частиц, собственная масса которых не равна нулю”; “двигатель — это машина, превращающая какой-нибудь вид энергии в механическую”; “динамометр — это прибор для измерения силы”.

2. Родовой признак должен указывать на ближайшее родовое понятие, не “перескакивая” через него.

3. Видовым отличием должен быть признак (группа признаков), свойственный только данному понятию и отсутствующий в других понятиях этого рода. Например “пружинным динамометром называется прибор для измерения силы”. В этом определении третье требование нарушено, так как указанный видовой признак является общим для всех динамометров.

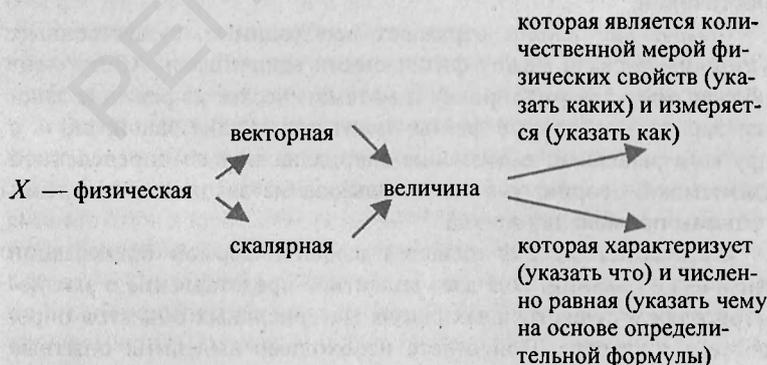
4. Определение не должно быть только отрицательным.

5. Всякое определение должно быть понятным, нельзя определить неизвестное через неизвестное.

Как уже отмечалось, основную группу физических понятий составляют *физические величины*.

Определить физическую величину — это значит установить: какое свойство или явление, существующее реально, характеризует эта величина; дать ее определение; установить, с какими ранее введенными величинами она связана и какая формула выражает эту связь; определить единицу величины и способы ее измерения; выяснить, от чего зависит данная величина.

При определении физических величин можно использовать схему, приведенную ниже:



Важное место среди физических величин занимают *физические постоянные*. В зависимости от степени общности их можно условно разделить на четыре группы:

Фундаментальные постоянные, которые в рамках соответствующих физических теорий справедливы для всей наблюдаемой части Вселенной (скорость света, постоянная Планка, гравитационная постоянная и др.).

Постоянные конкретной физической теории (постоянная Фарадея, молярная газовая постоянная и др.).

Постоянные, характеризующие физические объекты, процессы и явления (температура плавления, коэффициент трения, концентрация частиц, модуль Юнга и др.).

Параметры, постоянные только в рамках конкретной задачи (напряжение при параллельном соединении проводников, масса газа и один из его параметров в изопротессах и др.).

Основным признаком фундаментальных физических постоянных является то, что они характеризуют инвариантность определенных свойств физических объектов и отражают специфику их взаимодействия, а также связь между различными структурными формами материи.

Фундаментальные постоянные входят в ядра фундаментальных физических теорий, являясь, по словам М. Планка, "их абсолютными центральными пунктами." Без них невозможно сформулировать законы ядра теории.

Структура понятия "фундаментальная постоянная" включает в себя следующие элементы знаний: определение и физический смысл; причины введения в науку; законы, в которые входит постоянная; эксперимент по ее определению; численное значение; физические теории, содержащие постоянную; способы измерения постоянной.

Физические законы отражают необходимые, существенные, устойчивые связи между физическими величинами. Абитуриент должен знать: формулировку и математическое выражение закона; экспериментальные факты, подтверждающие закон; связь с другими законами; объяснение закона на основе определенной физической теории, учет и использование закона на практике; границы применения закона.

Физическая теория является высшей формой организации физических знаний. Она дает целостное представление о закономерностях и существенных связях материальных объектов определенных классов. При ответе необходимо выделить: опытные

факты, на основе которых разработана теория; основные понятия теории; идеальный объект (модель) теории; основные положения (принципы) теории; математический аппарат теории; круг явлений, которые объясняет теория; явления и свойства физических объектов, которые предсказывает теория; границы ее применения.

16.2. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ И УМЕНИЙ НА ЭКЗАМЕНЕ ПО ФИЗИКЕ

При подготовке к экзамену надо иметь в виду, что вопросы в экзаменационных билетах соответствуют программе для поступающих в высшие учебные заведения. Теоретические вопросы билетов обычно даются в формулировках, приведенных в программе, и в совокупности охватывают весь программный материал. Задачи, входящие в билеты (одна или несколько), в зависимости от профиля вуза по своей сложности соответствуют профильному или углубленному уровню изучения физики в средней школе. Большинство задач является комбинированными (особенно на письменном экзамене), т. е. при их решении необходимо использовать знания из нескольких разделов курса физики.

При подготовке к экзамену абитуриент может использовать любые литературные источники, утвержденные в качестве учебников или учебных пособий для средних школ, факультетов довузовской подготовки и др. Решение и оформление задачи должно осуществляться в соответствии с основными этапами решения физических задач и обязательно сопровождаться объяснениями.

Если экзамен устный, то на подготовку к ответу абитуриенту обычно дается до 45 мин, а на ответ — до 15 мин. Поэтому во время подготовки основные положения ответа необходимо законспектировать. Эти положения должны быть конкретными, логическими и ясными: содержать определения физических понятий, формулировки физических законов и их математические выражения, определения физических величин, входящих в формулы, и их единиц; основные теоретические положения, объясняющие явление или свойство; графические иллюстрации и др. Запись решения задачи должна содержать физические объекты задачи, систему отсчета, физическую систему и соответствующие им идеальные физические модели; объяснение и математическую запись законов, которыми описывается физическая система; схе-