ЕГЭ по физике: что нового?

Борис ТИМЕРКАЕВ,

профессор КНИТУ-КАИ, доктор физико-математических наук

В самом деле, что же нового стоит ждать в ЕГЭ по физике в этом учебном году? Ответ на этот вопрос зависит от того, кто на него отвечает. Для учителей, возможно, ничего нового, а для школьников выпускных классов все будет впервые. И волноваться будут, и переживать, и радоваться успешной сдаче. Однако до этого надо принять окончательное решение: к какому экзамену по выбору надо готовиться. Вот это и есть главный момент. От этого зависит, кем станет сегодняшний школьник во взрослой жизни.

Сегодня мир меняется настолько быстро, что успевать за этими изменениями можно только в том случае, если будешь учиться, доучиваться и переучиваться постоянно. В связи с этим очень современно звучат слова министра науки и высшего образования РФ М.М.Котюкова. Как сказал министр «Сегодня технологии меняются очень быстро, поэтому и образовательные программы должны совершенствоваться». По его словам, сегодня в процессе обучения необходимо освоить завтрашние технологии.

В таких условиях как раз наивысшую ценность приобретают фундаментальные знания, такие как математика, физика, химия, биология, русский и иностранные языки. Имея фундаментальные знания, легко и быстро можно не только освоить новые технологии, но и самому их предложить. Примерно такую картину сегодня мы и наблюдаем: растет заинтересованность школьников точными науками, становятся престижными технические специальности.

Если говорить о результатах ЕГЭ в 2019 году, то можно констатировать, что средний балл ЕГЭ по физике по Республике Татарстан перевалил за 60 и равняется 60,32, в то время как по Российской Федерации в целом это число всего 54,4. Среди оценок все больше ощущается расслоение на высокобалльников и низкобалльников. Растет количество школьников, сдающих ЕГЭ на достаточно высокие оценки (выше 70 баллов). В то же время растет количество и тех школьников, которые сдают ЕГЭ на невысокие баллы. Это, видимо, те, которые переориентировались на физику только в последний год учебы.

В последние годы растет также процентное выражение сдающих ЕГЭ по физике по нашей республике. В 2019 г. оно составило 25,48%. Однако количественное выражение, если сравнивать с цифрами 6 – 7-летней давности, планируемо, упало. Это, прежде всего, связано с тем, что часть школьников после IX класса уходят в колледжи. Если в те годы единственной гарантией стать студентом вуза были высокие баллы ЕГЭ, то сейчас появились и другие возможности, например стать студентом теперь можно по внутреннему экзамену. Такое право предоставляется выпускникам колледжей по профилю специальности. Также преимуществом при поступлении пользуются «направленники» от предприятий, которые заключают трехсторонние соглашения с предприятием и вузом.

Высокие баллы ЕГЭ школьников Татарстана, по сравнению со средними баллами по Российской Федерации, не только по физике, а по всем предметам является закономерным фактом. В 2019 г. осуществлено еще одно немаловажное нововведение. В некоторых вузах при поступлении на бакалавриат по информатике, вместо физики, стали принимать результаты ЕГЭ по информатике. Это нововведение оказалось палкой о двух концах. Поскольку информационные направления традиционно считаются сильно востребованными, то и желающих поступить на эти направления тоже много. В 2019 г. оказалось очень большое количество абитуриентов с тремя сданными экзаменами по русскому языку, математике и информатике. Бюджетных мест на всех не хватило. Абитуриенты, имеющие очень высокие баллы, но недостаточные для поступления на бюджетную форму обучения, были вынуждены поступить учиться на платной основе. С такими баллами при наличии ЕГЭ по физике они легко могли поступить на не менее престижные технические специальности.

Какая при этом складывается картина? Если я раньше призывал всех сдавать ЕГЭ по физике, так как этот экзамен гарантировал поступление практически в любой технический вуз России, то сейчас ситуация сильно изменилась, особенно в Казани. Теперь, если хочешь поступить в столичный вуз, надо очень хорошо подготовиться и сдать физику в среднем на 80 – 90 баллов. Без глубокого понимания всей физики набрать такие баллы невозможно. До таких баллов «натаскать» невозможно. Поэтому и подход к подготовке ЕГЭ должен коренным образом измениться. Ранняя профессиональная ориентация должна оставлять возможность достаточно богатого выбора. Например, неплохо бы иметь по выбору следующие наборы ЕГЭ: химия-биология, физика-химия-информатика, физика – информатика-обществознание и другие. Наличие трех направлений существенно облегчает не только поступление в вузы, но расширяет компетентность человека, его кругозор. Независимо от того, кем окажется в дальнейшем этот человек, он везде будет успешным и востребованным, поскольку изначально обладает более широкими знаниями.

В последние два-три года увеличивается количество абитуриентов из других городов России, которые создают серьёзную конкуренцию. Будущие студенты из других регионов (Сибирь, Урал, Центральная Россия) приезжают целенаправленно на престижные направления бакалавриата, и с очень высокими баллами. С каждым годом увеличивается поток абитуриентов из ближнего зарубежья: Казахстана, Узбекистана, Туркмении, Таджикстана. Например, на направление «Наноинженерия», открытое на нашей кафедре общей физики КНИТУ-КАИ, мы принимаем 15 бюджетных студентов. Конечно, это очень престижное, современное и востребованное направление. В 2019 г.
на данное направление было подано более трехсот заявлений. Средний суммарный балл поступивших по трем экзаменам оказался около 270: в среднем по каждому экзамену по 90 баллов. Таких абитуриентов в каждом регионе можно поштучно пересчитать. Так, среди поступивших оказались двое из Татарстана, двое из Ташкента, четверо из Казахстана. Остальные из Иркутска, Екатеринбурга, Вологды, Снежинска.

Если проанализировать изменения в ЕГЭ по физике за последние несколько лет, то они непременно идут в сторону усложнения. Уменьшается количество задач с выбором ответа, усложняются сами задачи, ответы надо представить в виде чисел, появились задачи по астрономии. Редко какой год проходит без дополнительного усложнения задач. Вот и в 2019 г. задача 25, которая ранее была представлена в части 2 в виде задания с кратким ответом, теперь предлагается для развернутого решения и оценивается максимально в 2 балла. Таким образом, число заданий с развернутым ответом увеличилось с 5 до 6. Для задания 24, проверяющего освоение элементов астрофизики, вместо выбора двух обязательных верных ответов, предлагается выбор всех верных ответов, число которых может составлять либо 2, либо 3. Таким образом, все понятно: надо серьёзно готовиться. А методика для получения глубоких знаний и, соответственно, хороших оценок – классическая. Сначала надо разобраться с теорией, учить ее до полного понимания, и не фрагментарно, а целостно, скажем, один раздел. Потом решать задачи по теме данного раздела. Помимо задач ЕГЭ, попробовать решить и олимпиадные задачи. В качестве разминки читателям предлагаю несколько задач. Может, они вас заинтересуют своей внутренней логикой и жизненностью. Первые четыре задачи по своему уровню соответствуют ч. 2, а последние три задачи вовсе соответствуют уровню олимпиады. Если вам удастся самостоятельно решить предложенные задачи, то вы молодцы, мы вас ждем в вузах.

1. Садовод решил слить воду с уличного до краев наполненного бассейна в виде куба. Водяной насос мощностью 100 Вт за 5 час. сумел откачать лишь 1/5 часть воды. Сколько таких же насосов потребуется садоводу для того, чтобы за такое же время откачать из бассейна оставшуюся воду.

Ответ: 24.

2. Смесь воды со льдом с общей массой М = 10 кг находится в ведре. Ведро внесли в комнату. Лёд растаял за время τ1 = 50 мин., а ещё через время
τ2 = 10 мин. вода в ведре нагрелась на ∆*t* = 2°С. Какая масса воды находилась в ведре, когда его внесли в комнату.

Удельная теплоемкость воды с = 4,2 кДж/кг, теплоемкостью ведра пренебречь. Удельная теплота плавления льда λ = 0,33 МДж/кг.

Ответ: 8,73 кг.

3. Две α-частицы движутся вдоль одной прямой навстречу друг другу. Когда частицы находились далеко друг от друга, скорость одной α-частицы была равна 3\*105м/с, а скорость другой α-частицы 105м/с. На какое наименьшее расстояние а смогут сблизиться эти частицы?

Ответ: a = 1,72 10-12 м.

4. Как изменяется радиус орбиты *R* частицы массой *m* и зарядом *q*, движущегося со скоростью *v* в однородном магнитном поле с индукцией *В* при увеличении скорости ее движения?

Ответ: увеличится.

5. Два чайника, каждый из которых потребляет при напряжении *U*=220 *В*
мощность *Р*=400 *Вт*, закипают при последовательном и параллельном включении за одно и то же время. Чему равно сопротивление подводящих проводов?

Ответ:

 =30,25 ом.

6. Состояние ν молей идеального газа изменялось сначала по изохоре 1 – 2, затем по изобаре 2 – 3. Отношение давлений в состояниях 1 и 2 задано: 

Известно, что в состоянии 3 температура газа равна *Т.* Определить работу, совершенную газом в процессе 1 – 2 – 3. На графике 0 – 1 – 3 – прямая.

Ответ: 

7. Три зеркала образуют между собой двугранные прямые углы (*см.* рис.). Докажите, что после трех отражений от этой системы зеркал направление любого луча света изменится на противоположное.

Решения задач

Возможное решение задачи №1. Школьник может подумать, что четырех насосов будет достаточно. Однако это не так. По мере увеличения глубины поверхности воды увеличивается работа по поднятию единицы массы воды до верхнего края бассейна. Один насос за 5 часов совершил работу по поднятию на высоту 0,1h 0,2 М воды А = 0,02Mgh. Здесь 0,02h – глубина центра масс первой пятой части воды, h – глубина бассейна, М – масса всей воды в бассейне. Работа по поднятию 0,8 М воды на высоту 0,6h, где 0,6h – глубина центра масс оставшейся части воды, равна 0,48Mgh. Если каждый насос за 5 часов совершает работу 0,02Mgh, то для совершения работы 0,48Mgh потребуется 24 таких же насоса.

Возможное решение задачи №2. Из комнаты к смеси передается тепло, в первый промежуток времени τ1 оно идет на таяние льда, тогда можем записать

*q*τ1= *λ*(M – m), (1)

где *q* – тепло, поступающее к смеси из комнаты за единицу времени.

Во второй промежуток времени τ2 поступающее тепло идет на прогревание всей воды в ведре, соответственно имеем

*q*τ2= с М ∆*t.* (2)

Исключив из уравнений (1), (2) величину *q*, легко получить выражение для первоначальной массы воды в ведре:

**

Возможное решение задачи №3. Первоначально полная энергия системы из этих двух частиц равняется сумме их кинетических энергий. По мере приближения друг к другу их кинетическая энергия постепенно превращается в потенциальную энергию взаимодействия электрических зарядов. В какой-то момент частица с меньшей начальной скоростью остановится и начнет двигаться в противоположном направлении. И даже после этого будет продолжаться сокращение расстояния между частицами. При максимальном сближении эти частицы на некоторое мгновение будут двигаться с одинаковыми скоростями. По закону сохранения импульса скорость системы в момент максимального сближения:

Mv1–mv2 = (m+M)v

Теперь запишем закон сохранения энергии:

Mv12/2+mv22/2 = 2ke2/a + (M+m)v2/2

a = 4ke2/(Mv12+mv22 – (M+m)v2)

Эта формула справедлива для любых заряженных частиц и для любых начальных скоростей. Для данного случая:

v = 105 м/с

a = 1,72 10-12м.

Ответ: a = 1,72 10-12м.

Возможное решение задачи №4. При движении заряженной частицы в магнитном поле на нее действует сила Лоренца, которая является центростремительной силой:

mv2/R=qvB или mv/R=qB.

Так как в задаче *q* и *B* – постоянные, то при увеличении *ν* должен увеличиться *R*.

**Возможное решение задачи №5.** В соответствии с законом Ома для полной цепи через нагрузку сопротивлением *Rx* течет ток, сила которого , *r* – сопротивление подводящих проводов. Мощность, потребляемая в нагрузке, . Если внутреннее сопротивление каждого из чайников *R*, то при их последовательном соединении *Rx*=2*R*, а потребляемая ими мощность .

При параллельном соединении чайников *Rx*=*R*/2, а потребляемая ими мощность . Так как при последовательном и параллельном соединении чайники закипают одновременно, то *P*1=*P*2. Решая получаемое из этого условия уравнение относительно *r*, находим *r*=*R*. При одном включенном в сеть чайнике *Px*= *P*, *Rx=R*. Тогда  или =30,25 Ом.

**Возможное решение задачи №6.** Так как в процессе 1 – 2 объем не изменяется, то работа в этом процессе равна нулю. Следовательно, работа *А*, совершенная газом в процессе 1 – 2 – 3, равна работе, совершенной в процессе 2 – 3, т.е. *А*=*p*2 (*V*3–*V*1).

Используя уравнения состояния газа в состояниях 1 и 3, *p*1*V*1=ν*RT*1, *p*3*V*3=ν*RT*, получим:

.

Характеристики газа в состояниях 1 и 3 связаны объединенным газовым законом:

.

Из него следует, что . По условию задачи точки 1 и 3 на графике (*pV*) связаны линейной зависимостью, т.е. , но так как *p*3= *p*2, то .

Поэтому . Подставляя это отношение в выражение для работы, получаем .

Возможное решение задачи №7. Воспользуемся механической аналогией: при упругом ударе шарика о неподвижную гладкую стенку также происходит «зеркальное» отражение. Значит, вместо светового луча, можно рассматривать траекторию движения упругого шарика. Направим оси координат *x, y, z* вдоль ребер двугранных углов. Пусть проекции начальной скорости υ шарика на эти оси равны υx, υy, υz. Тогда после отскока от зеркала, лежащего в плоскости *yz*, скорость шарика имеет проекции υx, υy, υz; два последующих отскока приводят к изменению знаков υy, υz. Следовательно, после трех «ударов» о зеркала вектор скорости шарика имеет проекции на оси координат -υx, -υy, -υz, т.е. вектор равен -υ. Таким образом, направление движения шарика изменилось на противоположное. То же самое произойдет и с направлением распространения света.