

**Единый государственный экзамен по ФИЗИКЕ**  
**Демонстрационный вариант 2003**  
**Инструкция по выполнению работы**

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 40 заданий.

Часть 1 содержит 30 заданий (А1 – А30). К каждому заданию дается 4 ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1 – В5), на которые следует дать краткий ответ в численном виде.

Часть 3 состоит из 5 заданий (С1 – С5), по которым требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий частей 2 и 3 значение искомой величины следует выразить в тех единицах измерений, которые указаны в условии задания. Если такого указания нет, то значение величины следует записать в Международной системе единиц (СИ). При вычислении разрешается использовать непрограммируемый калькулятор.

Ниже приведены справочные данные, которые могут понадобиться вам при выполнении работы.

**Десятичные приставки**

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
мега	М	$10^6$	милли	м	$10^{-3}$
кило	к	$10^3$	микро	мк	$10^{-6}$
гекто	г	$10^2$	нано	н	$10^{-9}$
деци	д	$10^{-1}$	пико	п	$10^{-12}$
санتي	с	$10^{-2}$	фемто	ф	$10^{-15}$

Ускорение свободного падения на Земле

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

Гравитационная постоянная

$$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$$

Газовая постоянная

$$R = 8,31 \text{ Дж}/(\text{моль} \cdot \text{К})$$

Постоянная Больцмана

$$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$$

Постоянная Авогадро

$$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ 1/моль}$$

Скорость света в вакууме

$$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$$

Коэффициент пропорциональности в законе Кулона

$$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$$

Заряд электрона

$$e = -1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$$

Постоянная Планка

$$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$$

Масса Земли

$$6 \cdot 10^{24} \text{ кг}$$

Масса Солнца

$$2 \cdot 10^{30} \text{ кг}$$

Расстояние между Землей и Солнцем

$$1 \text{ а.е.} \approx 150 \text{ млн км} \approx 1,5 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

1 астрономическая единица

Примерное число секунд в году

$$3 \cdot 10^7 \text{ с}$$

Соотношение между единицами измерения температуры	$0 \text{ К} = -273,15^\circ\text{С}$
Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
1 атомная единица массы эквивалентна	$931,5 \text{ МэВ}$
1 электрон-вольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

<b>Масса частиц:</b>	электрона	$9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг} \approx 5,5 \cdot 10^{-4} \text{ а.е.м.}$
	протона	$1,673 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,007 \text{ а.е.м.}$
	нейтрона	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

**Нормальные условия:** давление  $10^5 \text{ Па}$ , температура  $0^\circ\text{С}$

<b>Плотность:</b>	воды	$1000 \text{ кг/м}^3$
	древесины (ели)	$450 \text{ кг/м}^3$
	парафина	$900 \text{ кг/м}^3$
	пробки	$250 \text{ кг/м}^3$

<b>Молярная масса:</b>			
азота	$28 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	кислорода	$32 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
аргона	$40 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	неона	$20 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водорода	$2 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	серебра	$108 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
водяных паров	$18 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$	углекислого газа	$44 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$
гелия	$4 \cdot 10^{-3} \text{ кг/моль}$		

<b>Масса атомов:</b>					
азота	${}^1_7\text{N}$	14,0067 а.е.м.	дейтерия	${}^2_1\text{H}$	2,0141 а.е.м.
бериллия	${}^8_4\text{Be}$	8,0053 а.е.м.	лития	${}^6_3\text{Li}$	6,0151 а.е.м.
водорода	${}^1_1\text{H}$	1,0087 а.е.м.	лития	${}^7_3\text{Li}$	7,0160 а.е.м.
гелия	${}^3_2\text{He}$	3,0160 а.е.м.	углерода	${}^{12}_6\text{C}$	12,0000 а.е.м.
гелия	${}^4_2\text{He}$	4,0026 а.е.м.	углерода	${}^{13}_6\text{C}$	13,0034 а.е.м.

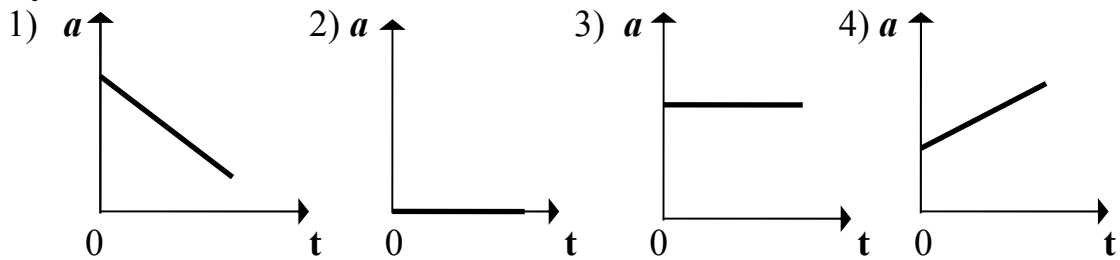
<b>Энергия покоя:</b>		электрона	0,5 МэВ		
		нейтрона	939,6 МэВ		
		протона	938,3 МэВ		
ядра азота	${}^{14}_7\text{N}$	13040,3 МэВ	ядра кислорода	${}^{17}_8\text{O}$	15830,6 МэВ
ядра алюминия	${}^{27}_{13}\text{Al}$	25126,6 МэВ	ядра кремния	${}^{30}_{14}\text{Si}$	27913,4 МэВ
ядра аргона	${}^{38}_{18}\text{Ar}$	35353,1 МэВ	ядра лития	${}^6_3\text{Li}$	5601,5 МэВ
ядра бериллия	${}^8_4\text{Be}$	7454,9 МэВ	ядра лития	${}^7_3\text{Li}$	6535,4 МэВ
ядра бериллия	${}^9_4\text{Be}$	8394,9 МэВ	ядра магния	${}^{24}_{12}\text{Mg}$	22342,0 МэВ
ядра бора	${}^{10}_5\text{B}$	9327,1 МэВ	ядра натрия	${}^{23}_{11}\text{Na}$	21414,9 МэВ
ядра водорода	${}^1_1\text{H}$	938,3 МэВ	ядра натрия	${}^{24}_{11}\text{Na}$	22341,9 МэВ
ядра гелия	${}^3_2\text{He}$	2808,4 МэВ	ядра трития	${}^3_1\text{H}$	2808,9 МэВ
ядра гелия	${}^4_2\text{He}$	3728,4 МэВ	ядра углерода	${}^{12}_6\text{C}$	11174,9 МэВ
ядра дейтерия	${}^2_1\text{H}$	1876,1 МэВ	ядра углерода	${}^{13}_6\text{C}$	12109,5 МэВ
ядра кислорода	${}^{15}_8\text{O}$	13971,3 МэВ	ядра фосфора	${}^{30}_{15}\text{P}$	27917,1 МэВ

Желаем успеха!

## Часть 1

При выполнении заданий части 1 в бланке ответов № 1 под номером выполняемого вами задания (A1 – A30) поставьте знак «х» в клеточку, номер которой соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1 На рисунках изображены графики зависимости модуля ускорения от времени движения. Какой из графиков соответствует равномерному прямолинейному движению?



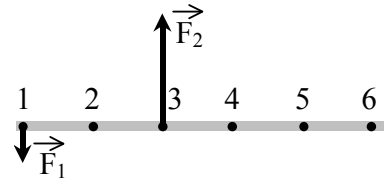
A2 Ракетный двигатель первой отечественной экспериментальной ракеты на жидком топливе имел силу тяги 660 Н. Стартовая масса ракеты была равна 30 кг. Какое ускорение приобретала ракета во время старта?

- 1)  $12 \text{ м/с}^2$
- 2)  $32 \text{ м/с}^2$
- 3)  $10 \text{ м/с}^2$
- 4)  $22 \text{ м/с}^2$

A3 При увеличении в 3 раза расстояния между центрами шарообразных тел сила гравитационного притяжения

- 1) увеличивается в 3 раза
- 2) уменьшается в 3 раза
- 3) увеличивается 9 раз
- 4) уменьшается в 9 раз

А4 На рисунке изображен тонкий невесомый стержень, к которому в точках 1 и 3 приложены силы  $F_1 = 100$  Н и  $F_2 = 300$  Н. В какой точке надо расположить ось вращения, чтобы стержень находился в равновесии?



- 1) в точке 2
- 2) в точке 6
- 3) в точке 4
- 4) в точке 5

А5 Мальчик подбросил футбольный мяч массой 0,4 кг на высоту 3 м. Насколько изменилась потенциальная энергия мяча?

- 1) 4 Дж
- 2) 12 Дж
- 3) 1,2 Дж
- 4) 7,5 Дж

А6 При гармонических колебаниях вдоль оси ОХ координата тела изменяется по закону  $x = 0,9 \cdot \cos 5t$  (м). Какова амплитуда колебаний?

- 1) 5 м
- 2) 4,5 м
- 3) 0,9 м
- 4) 0,18 м

А7 Человеческое ухо может воспринимать звуки частотой от 20 до 20 000 Гц. Какой диапазон длин волн соответствует интервалу слышимости звуковых колебаний? Скорость звука в воздухе примите равной 340 м/с.

- 1) от 20 до 20 000 м
- 2) от 6800 до 6 800 000 м
- 3) от 0,06 до 58,8 м
- 4) от 17 до 0,017 м

А8 Диффузия происходит быстрее при повышении температуры вещества, потому что

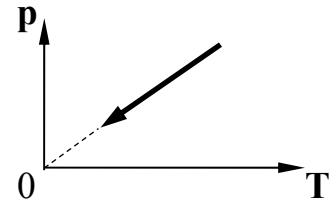
- 1) увеличивается скорость движения частиц
- 2) увеличивается взаимодействие частиц
- 3) тело при нагревании расширяется
- 4) уменьшается скорость движения частиц

**A9** При неизменной концентрации частиц идеального газа средняя кинетическая энергия теплового движения его молекул увеличилась в 3 раза. При этом давление газа

- 1) уменьшилось в 3 раза
- 2) увеличилось в 3 раза
- 3) увеличилось в 9 раз
- 4) не изменилось

**A10** На рисунке изображен график зависимости давления газа на стенки сосуда от температуры. Какой процесс изменения состояния газа изображен?

- 1) изобарное нагревание
- 2) изохорное охлаждение
- 3) изотермическое сжатие
- 4) изохорное нагревание



**A11** При охлаждении твердого тела массой  $m$  температура тела понизилась на  $\Delta T$ . По какой из приводимых ниже формул следует рассчитывать количество отданной телом теплоты  $Q$ ?  $c$  – удельная теплоемкость вещества.

- 1)  $c \cdot m \cdot \Delta T$
- 2)  $\frac{m \cdot \Delta T}{c}$
- 3)  $\frac{c \cdot m}{\Delta T}$
- 4)  $\frac{m}{c \cdot \Delta T}$

**A12** Внутренняя энергия идеального газа при его охлаждении

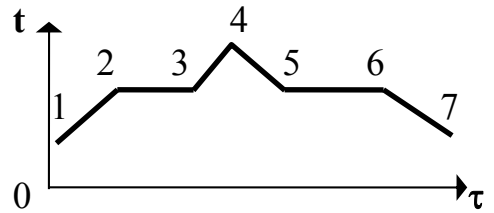
- 1) увеличивается
- 2) уменьшается
- 3) увеличивается или уменьшается в зависимости от изменения объема
- 4) не изменяется

**A13** Температура кипения воды зависит от

- 1) мощности нагревателя
- 2) вещества сосуда, в котором нагревается вода
- 3) атмосферного давления
- 4) начальной температуры воды

A14 На рисунке изображен график плавления и кристаллизации нафталина. Какая из точек соответствует началу отвердевания вещества?

- 1) точка 2
- 2) точка 4
- 3) точка 5
- 4) точка 6



A15 Как изменится сила кулоновского взаимодействия двух точечных неподвижных зарядов, если расстояние между ними увеличить в  $n$  раз?

- 1) увеличится в  $n$  раз
- 2) уменьшится в  $n$  раз
- 3) увеличится в  $n^2$  раз
- 4) уменьшится в  $n^2$  раз

A16 Если площадь поперечного сечения однородного цилиндрического проводника и электрическое напряжение на его концах увеличатся в 2 раза, то сила тока, протекающая по нему,

- 1) не изменится
- 2) увеличится в 2 раза
- 3) увеличится в 4 раза
- 4) уменьшится в 4 раза

A17 Как изменится мощность, потребляемая электрической лампой, если, не изменяя её электрическое сопротивление, уменьшить напряжение на ней в 3 раза?

- 1) уменьшится в 3 раза
- 2) уменьшится в 9 раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в 9 раз

A18 Что нужно сделать для того, чтобы изменить полюса магнитного поля катушки с током?

- 1) уменьшить силу тока
- 2) изменить направление тока в катушке
- 3) отключить источник тока
- 4) увеличить силу тока

**A19** Изменится ли емкость конденсатора, если заряд на его обкладках увеличить в  $n$  раз?

- 1) увеличится в  $n$  раз
- 2) уменьшится в  $n$  раз
- 3) не изменится
- 4) увеличится в  $n^2$  раз

**A20** Колебательный контур радиоприемника настроен на радиостанцию, передающую на волне 100 м. Как нужно изменить емкость конденсатора колебательного контура, чтобы он был настроен на волну 25 м? Индуктивность катушки считать неизменной.

- 1) увеличить в 4 раза
- 2) уменьшить в 4 раза
- 3) увеличить в 16 раз
- 4) уменьшить в 16 раз

**A21** Объектив фотоаппарата является собирающей линзой. При фотографировании предмета он дает на пленке изображение

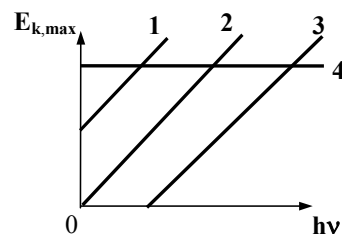
- 1) действительное прямое
- 2) мнимое прямое
- 3) действительное перевернутое
- 4) мнимое перевернутое

**A22** Два автомобиля движутся в одном и том же направлении со скоростями  $v_1$  и  $v_2$  относительно поверхности Земли. Скорость света от фар первого автомобиля в системе отсчета, связанной с другим автомобилем, равна

- 1)  $c - (v_1 + v_2)$
- 2)  $c + (v_1 + v_2)$
- 3)  $c + (v_1 - v_2)$
- 4)  $c$

**A23** На рисунке приведены варианты графика зависимости максимальной энергии фотоэлектронов от энергии падающих на фотокатод фотонов. В каком случае график соответствует законам фотоэффекта?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



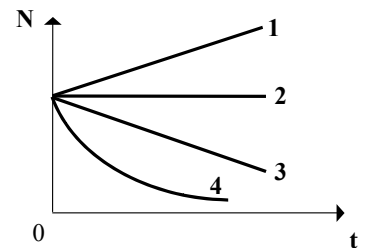
**A24** Какое из приведенных ниже высказываний правильно описывает способность атомов к излучению и поглощению энергии?

Изолированные атомы могут

- 1) поглощать и излучать любую порцию энергии
- 2) поглощать и излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии
- 3) поглощать любую порцию энергии, а излучать лишь некоторый дискретный набор значений энергии
- 4) излучать любую порцию энергии, а поглощать лишь некоторый дискретный набор значений энергии

**A25** Какой из графиков зависимости числа нераспавшихся ядер ( $N$ ) от времени правильно отражает закон радиоактивного распада (см. рисунок)?

- 1) 1
- 2) 2
- 3) 3
- 4) 4



**A26** Неподвижная лодка вместе с находящимся в ней охотником имеет массу 250 кг. Охотник выстреливает из охотничьего ружья в горизонтальном направлении. Какую скорость получит лодка после выстрела? Масса пули 8 г, а ее скорость при вылете равна 700 м/с.

- 1) 22,4 м/с
- 2) 0,05 м/с
- 3) 0,02 м/с
- 4) 700 м/с

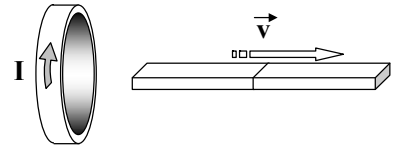
**A27** Тепловая машина с КПД 40 % получает за цикл от нагревателя 100 Дж. Какое количество теплоты машина отдает за цикл холодильнику?

- 1) 40 Дж
- 2) 60 Дж
- 3) 100 Дж
- 4) 160 Дж



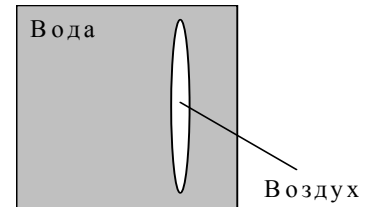
A28 Магнит выводят из кольца так, как показано на рисунке. Какой полюс магнита ближе к кольцу?

- 1) северный
- 2) южный
- 3) отрицательный
- 4) положительный



A29 Линзу, изготовленную из двух тонких сферических стекол одинакового радиуса, между которыми находится воздух (воздушная линза), опустили в воду (см. рис.). Как действует эта линза?

- 1) как собирающая линза
- 2) как рассеивающая линза
- 3) она не изменяет хода луча
- 4) может действовать и как собирающая, и как рассеивающая линза



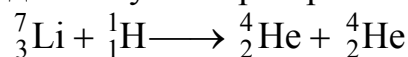
A30 Какова энергия связи ядра изотопа натрия  ${}_{11}^{23}\text{Na}$ ? Масса ядра равна 22,9898 а.е.м. Ответ округлите до целых.

- 1)  $3 \cdot 10^{11}$  Дж
- 2)  $3 \cdot 10^{-11}$  Дж
- 3)  $2 \cdot 10^{-14}$  Дж
- 4) 253 Дж

## Часть 2

*Ответом к каждому заданию этой части будет некоторое число. Это число надо записать в бланк ответов № 1 справа от номера задания (В1 – В5), начиная с первой клеточки. Каждый символ (цифру, запятую, знак минус и т.д.) пишете в отдельной клеточке строго по образцу из верхней части бланка. Единицы измерений писать не нужно.*

- В1** Шарик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания на гладкой горизонтальной плоскости с амплитудой 10 см. Насколько сместится шарик от положения равновесия за время, в течение которого его кинетическая энергия уменьшится вдвое? Ответ выразите в сантиметрах и округлите до целых.
- В2** Какое количество теплоты выделится при изобарном охлаждении 80 г гелия с 200 °С до 100 °С? Ответ выразите в килоджоулях (кДж) и округлите до целых.
- В3** Замкнутый проводник сопротивлением  $R = 3$  Ом находится в магнитном поле. В результате изменения этого поля магнитный поток, пронизывающий контур, возрос с  $\Phi_1 = 0,002$  Вб до  $\Phi_2 = 0,005$  Вб. Какой заряд прошел через поперечное сечение проводника? Ответ выразите в милликулонах (мКл).
- В4** Выполняя экспериментальное задание, ученик должен был определить период дифракционной решетки. С этой целью он направил световой пучок на дифракционную решетку через красный светофильтр, который пропускает свет длиной волны 0,76 мкм. Дифракционная решетка находилась от экрана на расстоянии 1 м. На экране расстояние между спектрами первого порядка получилось равным 15,2 см. Какое значение периода дифракционной решетки было получено учеником? Ответ выразите в микрометрах (мкм). (При малых углах  $\sin \varphi \approx \text{tg } \varphi$ .)
- В5** Определите энергию, выделившуюся при протекании следующей реакции:



Ответ выразите в пикоджоулях (пДж) и округлите до целых.

## Часть 3

*Для записи ответов к заданиям этой части (С1 – С5) используйте бланк ответов № 2. Запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем полное решение. Задания С1 – С5 представляют собой задачи, при оформлении решения которых следует внести названия законов или ссылки на определения физических величин, соответствующих уравнениям (формулам), которыми вы пользуетесь. Если требуется, следует рассчитать численное значение искомой величины, если нет – оставить решение в буквенном виде. Рекомендуется провести предварительное решение этих заданий на черновике, чтобы решение при записи его в бланк ответов заняло менее половины страницы бланка.*

- С1** Тележка массой 0,8 кг движется по инерции со скоростью 2,5 м/с. На тележку с высоты 50 см вертикально падает кусок пластилина массой 0,2 кг и прилипает к ней. Рассчитайте энергию, которая перешла во внутреннюю при этом ударе.
- С2** Некоторое количество гелия расширяется: сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 4,5 кДж. Какова работа газа за весь процесс?
- С3** Маленький заряженный шарик массой 50 г, имеющий заряд 1 мкКл, движется с высоты 0,5 м по наклонной плоскости с углом наклона 30°. В вершине прямого угла, образованного высотой и горизонталью, находится неподвижный заряд 7,4 мкКл. Какова скорость шарика у основания наклонной плоскости, если его начальная скорость равна нулю? Трением пренебречь.
- С4** При облучении металла светом с длиной волны 245 нм наблюдается фотоэффект. Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Рассчитайте величину напряжения, которое нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза.
- С5** Вакуумный диод, у которого анод (положительный электрод) и катод (отрицательный электрод) — параллельные пластины, работает в режиме, когда между током и напряжением выполняется соотношение  $I = aU^{3/2}$  (где  $a$  — некоторая постоянная величина). Во сколько раз увеличится сила, действующая на анод вследствие удара электронов, если напряжение на диоде увеличить в два раза? Начальную скорость вылетающих электронов считать равной нулю.

## ОТВЕТЫ

## Часть 1

№	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10
ОТВЕТ	2	1	4	3	2	3	4	1	2	2
№	A11	A12	A13	A14	A15	A16	A17	A18	A19	A20
ОТВЕТ	1	2	3	3	4	3	2	2	3	4
№	A21	A22	A23	A24	A25	A26	A27	A28	A29	A30
ОТВЕТ	3	4	3	2	4	3	2	1	2	2

## Часть 2

B1 – 7

B2 – 42

B3 – 1

B4 – 10

B5 – 3

## Часть 3

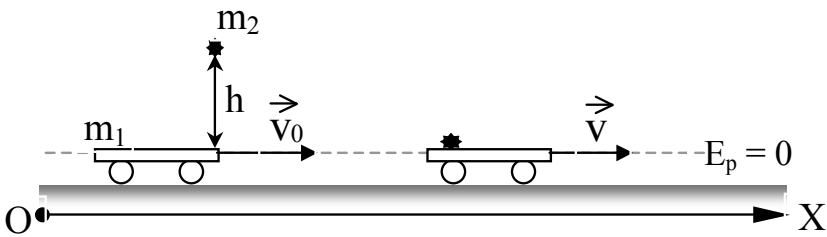
C1 —  $Q = 1,5$  ДжC2 —  $A = 7500$  ДжC3 —  $v = 3,5$  м/сC4 —  $U_3 = 2$  В

C5 — в 4 раза

## ИНСТРУКЦИЯ по оценке части 3 экзаменационной работы

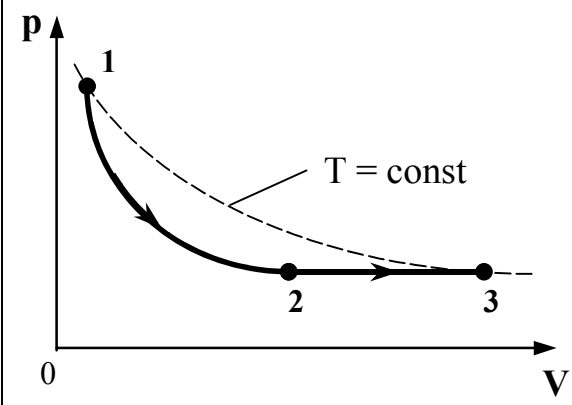
В зависимости от содержания задачи учитывается наличие схематического рисунка, ссылка на физический закон, запись его в аналитическом виде, вывод расчетной формулы в общем виде, получение численного результата, анализ результата и т.п. При решении задачи способом, отличным от авторского (например, при совмещении этапов решения), эксперт оценивает, на какой этап предложенного авторами решения выходит экзаменуемый в своем решении. Затем эксперт при наличии обязательных элементов в решении (схематический рисунок, ссылка на законы) ставит сумму баллов за все пройденные этапы авторского решения. Приведение только верного ответа оценивается в 1 балл.

**С1** Тележка массой 0,8 кг движется по инерции со скоростью 2,5 м/с. На тележку с высоты 50 см вертикально падает кусок пластилина массой 0,2 кг и прилипает к ней. Рассчитайте энергию, которая перешла во внутреннюю при этом ударе.

Содержание правильного ответа		Балл
1)	<p>Выполнен рисунок с указанием выбора нулевого уровня потенциальной энергии:</p>  <p>Записаны законы сохранения механической энергии: <math>E_{к1} + E_{п2} = E_{к12} + Q</math> или <math>Q = E_{к1} + E_{п2} - E_{к12}</math> или <math>Q = \frac{m_1 v_0^2}{2} + m_2 g h - \frac{(m_1 + m_2) v^2}{2}</math>;</p> <p>импульса в общем виде: <math>\Sigma \vec{p} = \Sigma \vec{p}'</math> или в проекции на координатную ось OX: <math>m_1 v_0 = (m_1 + m_2) v \Rightarrow v = \frac{m_1 v_0}{m_1 + m_2}</math>.</p>	1
2)	<p>Выполнены математические преобразования, получены ответ в общем виде: <math>Q = \frac{m_1 v_0^2}{2} + m_2 g h - \frac{m_1^2 v_0^2}{2(m_1 + m_2)}</math> и правильный числовой ответ: <math>Q = 1,5</math> Дж.</p>	1
	Ответ неправильный	0
	Максимальный балл	2

Задача С1 считается решенной, если набрано не менее 1 балла.

**С2** Некоторое количество гелия расширяется: сначала адиабатно, а затем изобарно. Конечная температура газа равна начальной. При адиабатном расширении газ совершил работу, равную 4,5 кДж. Какова работа газа за весь процесс?

Содержание правильного ответа		Балл	
1)	<p>Записано, что полная работа равна сумме работ на каждом из участков:  <math>A_{123} = A_{12} + A_{23}</math>;            выполнен рисунок на <math>pV</math>-диаграмме.</p>		1
2)	<p>Записаны первый закон термодинамики: <math>\Delta U = A_{\text{вн.с.}} + Q</math> или <math>\Delta U_{12} = -A_{12}</math>            формула для расчета внутренней энергии: <math>\Delta U_{12} = \frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}</math>;            формула для расчета работы газа в адиабатном процессе 1 – 2:  <math>A_{12} = -\frac{3}{2} \nu R \Delta T_{12}</math> или <math>A_{12} = \frac{3}{2} \nu R (T_1 - T_2)</math>;            формула для расчета работы газа в изобарном процессе 2 – 3:  <math>A_{23} = \nu R \Delta T_{23} = \nu R (T_3 - T_2)</math> или <math>A_{23} = \nu R (T_1 - T_2)</math>,            (по условию <math>T_3 = T_1</math>).</p>	1	
3)	<p>Выполнены математические преобразования, получены ответ в общем виде: <math>A_{123} = \frac{5}{3} A_{12}</math> и правильный числовой ответ:  <math>A_{123} = 7500</math> Дж.</p>	1	
	Ответ неправильный	0	
	Максимальный балл	3	

Задача С2 считается решенной, если набрано не менее 2 баллов.

**С3** Маленький заряженный шарик массой 50 г, имеющий заряд 1 мкКл, движется с высоты 0,5 м по наклонной плоскости с углом наклона  $30^\circ$ . В вершине прямого угла, образованного высотой и горизонталью, находится неподвижный заряд 7,4 мкКл. Какова скорость шарика у основания наклонной плоскости, если его начальная скорость равна нулю? Трением пренебречь.

Содержание правильного ответа		Балл
1) Выполнен рисунок:		1
	<p>Записан закон сохранения энергии для двух положений заряженного шарика <math>q_1</math> в общем виде: <math>E_{p1} + E_{p2} = E_p + E_k</math>,  где <math>E_{p1}</math> – потенциальная энергия заряда <math>q_1</math> в поле тяготения (положение I), <math>E_{p2}</math> – потенциальная энергия заряда <math>q_1</math> в электрическом поле заряда <math>q_2</math> (положение I), <math>E_p</math> – потенциальная энергия зарядов в положении II, <math>E_k</math> – кинетическая энергия заряда <math>q_1</math> в положении II.</p>	
2)	<p>Записан закон сохранения энергии с учетом формул расчета потенциальной и кинетической энергий: <math>mgh + k \frac{q_1 q_2}{h} = \frac{mv^2}{2} + k \frac{q_1 q_2}{l}</math>.</p>	1
3)	<p>Из прямоугольного треугольника: <math>l = \frac{h}{\operatorname{tg}\alpha}</math>, где <math>\alpha = 30^\circ</math>.</p> <p>Выполнены математические преобразования, получены ответ в общем виде: <math>v = \sqrt{2gh + \frac{2kq_1 q_2}{m} \cdot \left(\frac{1}{h} - \frac{1}{l}\right)}</math> и правильный числовой ответ:  <math>v = 3,5</math> м/с.</p>	1
	Ответ неправильный	0
	Максимальный балл	3

Задача С3 считается решенной, если набрано не менее 2 баллов.

**С4** При облучении металла светом с длиной волны 245 нм наблюдается фотоэффект. Работа выхода электрона из металла равна 2,4 эВ. Рассчитайте величину напряжения, которое нужно приложить к металлу, чтобы уменьшить максимальную скорость вылетающих фотоэлектронов в 2 раза.

Содержание правильного ответа		Балл
1)	Записано уравнение Эйнштейна для фотоэффекта: $h\nu = A_{\text{вых}} + E_K$ или $\frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{mv_1^2}{2}$ , где $v_1$ – скорость движения электронов после вырывания с поверхности металла.	1
2)	Записана формула для расчета работы электрического поля при описании движения фотоэлектрона: $A = qU_3$ .	1
3)	Решена система двух уравнений: $\begin{cases} \frac{hc}{\lambda} = A_{\text{вых}} + \frac{mv_1^2}{2} \\ \frac{hc}{\lambda} = qU_3 + \frac{mv_2^2}{2} \end{cases}$ , где $v_2$ – скорость движения электронов под влиянием электрического поля.	1
4)	Выполнены математические преобразования, получен ответ в общем виде: $U_3 = \frac{3}{4q} \left( \frac{hc}{\lambda} - A_{\text{вых}} \right)$ и правильный числовой ответ: $U_3 = 2 \text{ В}$ .	1
	Ответ неправильный	0
	Максимальный балл	4

Задача С4 считается решенной, если набрано не менее 3 баллов.



**C5** Вакуумный диод, у которого анод (положительный электрод) и катод (отрицательный электрод) — параллельные пластины, работает в режиме, когда между током и напряжением выполняется соотношение  $I = aU^{3/2}$  (где  $a$  — некоторая постоянная величина). Во сколько раз увеличится сила, действующая на анод вследствие удара электронов, если напряжение на диоде увеличить в два раза? Начальную скорость вылетающих электронов считать равной нулю.

	Содержание правильного ответа	Балл
1)	Применен второй закон Ньютона: $\vec{F} \cdot \Delta t = \Delta \vec{p}$ или $F = \frac{p}{\Delta t}$ . Учтено, что импульс заряда определяется по формуле $p = mvN$ , где $N = \frac{I \cdot \Delta t}{ e }$ и получена формула: $F = \frac{mvI}{ e }$ .	1
2)	Записана теорема о кинетической энергии: $\Delta E_k = A$ или $\frac{mv^2}{2} =  e  \cdot U$ и получена формула расчета скорости: $v = \sqrt{\frac{2 e U}{m}}$ .	1
3)	Выполнены математические преобразования и получена формула для расчета силы, действующей на анод во время удара электронов: $F = a \cdot \sqrt{\frac{2m}{ e }} \cdot U^2$ .	1
4)	Записано соотношение для двух значений напряжений и получен ответ в общем виде: $\frac{F}{F_0} = \left(\frac{U}{U_0}\right)^2$ и правильный числовой ответ: $\frac{F}{F_0} = 4$ .	1
	Ответ неправильный	0
	Максимальный балл	4

Задача C5 считается решенной, если набрано не менее 3 баллов.

**ИСПОЛНИТЕЛИ:**

Руководитель предметной комиссии по физике  
(главный научный сотрудник ИОСО РАО,  
д.п.н.) \_\_\_\_\_ А.А. Фадеева

Член предметной комиссии по физике (профес-  
сор МГУ им.М.В.Ломоносова, д.ф.-м.н.) \_\_\_\_\_ В.И.Николаев

Член предметной комиссии по физике (профес-  
сор МГУ им.М.В.Ломоносова, д.ф.-м.н.) \_\_\_\_\_ А.В.Засов

**СОГЛАСОВАНО:**

Ответственный за научно-методическое обеспе-  
чение разработки КИМ (зав. Центром оценки  
качества образования ИОСО РАО, к.п.н.) \_\_\_\_\_ Г.С. Ковалева

Ответственный за технологическое обеспечение  
разработки КИМ (зав. Центром педагогических  
измерений МИОО, к.ф.-м.н.) \_\_\_\_\_ А.О. Татур

Начальник отдела образовательных программ и  
стандартов естественнонаучного образования  
Департамента общего образования Минобразо-  
вания России, к.п.н \_\_\_\_\_ В.А. Коровин

Тестолог (научный сотрудник ИОСО РАО) \_\_\_\_\_ А.И. Нурминский

Уважаемые коллеги!

В соответствии с замечаниями и рекомендациями экспертов и специалистов в демонстрационный вариант КИМ ЕГЭ 2003г. внесены некоторые изменения.

Корректировке подверглись тексты заданий:

A2; A3; A4; A7; A13; A18; A20; A24; A25;  
A27; A28; A30; B1; B2; B4; B5; C2; C4; C5.

Изменены тексты заданий:

A5; A11; A16; A19.

Изменен код ответа задания A19.

Откорректирована инструкция по оцениванию решения задания C2.