

**Задание I тура российской аэрокосмической олимпиады по физике
в КГТУ им. А.Н. Туполева в 2010-11 году для учеников 11 класса**

Инструкция по выполнению работы

Для выполнения экзаменационной работы по физике отводится 3,5 часа (210 минут). Работа состоит из 3 частей, включающих 36 заданий.

Часть 1 содержит 25 заданий (А1–А25). К каждому заданию дается 4 варианта ответа, из которых правильный только один.

Часть 2 содержит 5 заданий (В1–В5), на которые следует дать краткий ответ. Для заданий В1 и В2 ответ необходимо записать в виде набора цифр, а для заданий В3–В5 в виде числа.

Часть 3 состоит из 6 заданий (С1–С6), на которые требуется дать развернутый ответ.

При выполнении заданий В3–В5 части 2 значение искомой величины следует выразить в тех единицах физических величин, 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.

Внимательно прочитайте каждое задание и предлагаемые варианты ответа, если они имеются. Отвечайте только после того, как вы поняли вопрос и проанализировали все варианты ответа.

Выполняйте задания в том порядке, в котором они даны. Если какое-то задание вызывает у вас затруднение, пропустите его. К пропущенным заданиям можно будет вернуться, если у вас останется время.

Желаем успеха!

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

Десятичные приставки

Наименование	Обозначение	Множитель	Наименование	Обозначение	Множитель
гига	Г	10^9	санти	с	10^{-2}
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}

Константы

число π	$\pi = 3,14$
ускорение свободного падения на Земле	$g = 10 \text{ м/с}^2$
гравитационная постоянная	$G = 6,7 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{кг}^2$
универсальная 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	$N_A = 6 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
модуль заряда электрона (элементарный электрический заряд)	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
постоянная Планка	$h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ Дж} \cdot \text{с}$

Соотношение между различными единицами

температура	$0 \text{ К} = -273^\circ\text{С}$
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 электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$

Масса частиц

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	$1,675 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 1,008 \text{ а.е.м.}$

Плотность			
воды	1000 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³

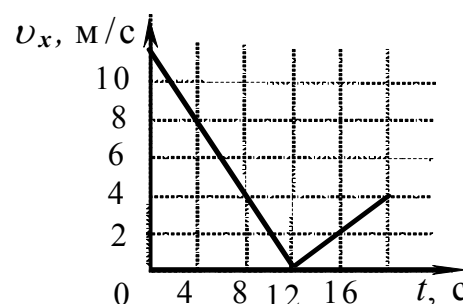
Нормальные условия: давление 10⁵ Па, температура 0°C

Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

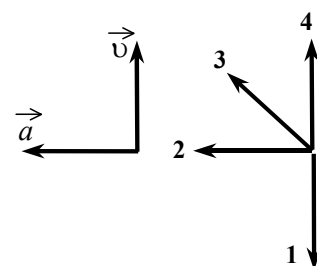
При выполнении заданий части 1 в бланке ответов под номером выполняемого вами задания (A1–A25) черной гелевой ручкой заштрихуйте номер кружочка, который соответствует номеру выбранного вами ответа.

A1. Тело движется вдоль оси Oх, причем проекция скорости v_x меняется с течением времени по закону, приведенному на графике. Какой путь прошло тело за время от 4 до 16 с?



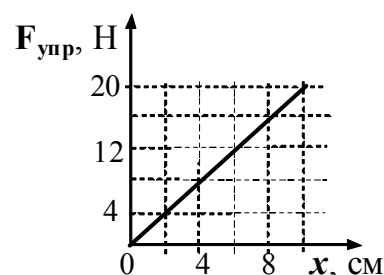
- 1) 16 м 2) 28 м 3) 36 м 4) 40 м

A2. На левом рисунке представлены векторы скорости и ускорения тела в инерциальной системе отсчета. Какой из четырех векторов на правом рисунке указывает направление вектора равнодействующей всех сил, действующих на это тело в этой системе отсчета?



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

A3. По результатам исследования построен график зависимости модуля силы упругости пружины от ее деформации (см. рисунок). Чему равна жесткость пружины?



- 1) 2 Н/м 2) 200 Н/м
3) 50 Н/м 4) 500 Н/м

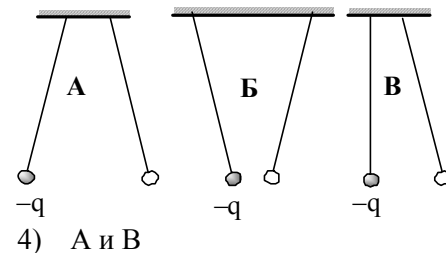
A4. Два маленьких шарика находятся на расстоянии r друг от друга. Как нужно изменить это расстояние, чтобы сила гравитационного притяжения шариков уменьшилась в 9 раз?

- 1) увеличить в 3 раза 3) увеличить в $\sqrt{3}$ раз
2) увеличить в 9 раз 4) уменьшить в 3 раза

A5. После удара клюшкой шайба стала скользить вверх по ледяной горке и у ее вершины имела скорость 5 м/с. Высота горки 10 м. Если трение шайбы о лед пренебрежимо мало, то сразу после удара скорость шайбы равнялась

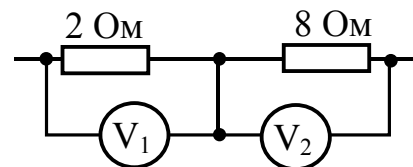
- 1) 7,5 м/с 2) 10 м/с 3) 12,5 м/с 4) 15 м/с

A13. Пара легких одинаковых шариков, заряды которых равны по модулю, подвешена на шелковых нитях. Заряд одного из шариков указан на рисунках. Какой из рисунков соответствует ситуации, когда заряд 2-го шарика отрицателен?



- 1) А 2) Б 3) В
4) А и В

A14. Два резистора включены в электрическую цепь последовательно. Как соотносятся показания идеальных вольтметров, изображенных на схеме?



- 1) $U_1 = \frac{1}{4} U_2$ 2) $U_1 = 4U_2$ 3) $U_1 = 2U_2$ 4) $U_1 = \frac{1}{2} U_2$

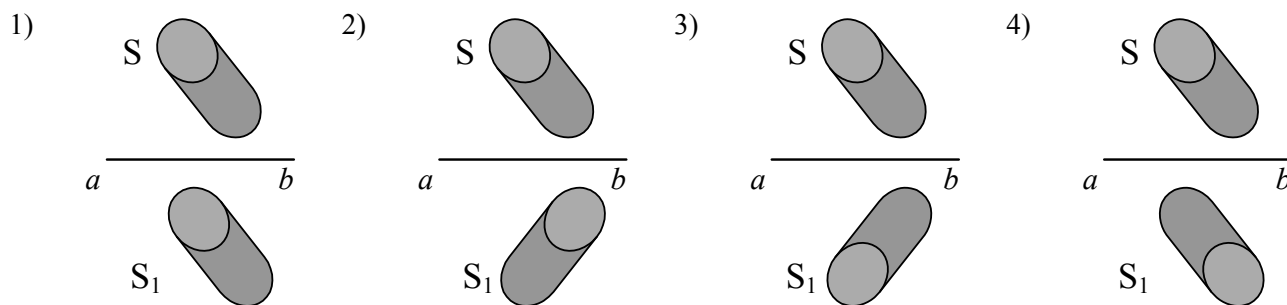
A15. При движении проводника в однородном магнитном поле между его концами возникает ЭДС индукции ε_1 . Чему станет равной ЭДС индукции ε_2 , если скорость движения проводника увеличится в 2 раза?

- 1) $\varepsilon_2 = \varepsilon_1$ 2) $\varepsilon_2 = \frac{1}{2} \varepsilon_1$ 3) $\varepsilon_2 = 2\varepsilon_1$ 4) $\varepsilon_2 = 4\varepsilon_1$

A16. В наборе радиодеталей для изготовления простого колебательного контура имеются две катушки с индуктивностями $L_1 = 1$ мкГн и $L_2 = 2$ мкГн, а также два конденсатора, емкости которых $C_1 = 3$ пФ и $C_2 = 4$ пФ. При каком выборе двух элементов из этого набора период собственных колебаний контура T будет наибольшим?

- 1) L_1 и C_1 2) L_1 и C_2 3) L_2 и C_2 4) L_2 и C_1

A17. Источник света неправильной формы S отражается в плоском зеркале ab . На каком рисунке верно показано изображение S1 этого источника в зеркале?



A18. Сложение в пространстве когерентных волн, при котором образуется постоянное во времени пространственное распределение амплитуд результирующих колебаний, называется

- 1) интерференцией
2) поляризацией
3) дисперсией
4) преломлением

A19. На дифракционную решетку с периодом 0,006 мм падает по нормали плоская монохроматическая волна длиной волны 550 нм. Какое максимальное количество дифракционных максимумов можно наблюдать с помощью этой решетки для данной световой волны?

- 1) 11 2) 21 3) 3 4) 22

A20. Длина волны рентгеновского излучения равна 10^{-10} м. Во сколько раз энергия одного фотона этого излучения превосходит энергию фотона видимого света длиной волны $4 \cdot 10^{-7}$ м?

- 1) 25 2) 40 3) 2500 4) 4000

A21. Между источником радиоактивного излучения и детектором помещены листы бумаги общей толщиной 3 см. Какие излучения будет регистрировать детектор?

- 1) только α
 2) α и β
 3) α и γ
 4) β и γ

A22. Ядро изотопа тория ${}^{232}_{90}\text{Th}$ претерпевает α -распад, затем два электронных β -распада и еще один α -распад. После этих превращений получится ядро

- 1) франция ${}^{223}_{87}\text{Fr}$
 2) радона ${}^{222}_{86}\text{Rn}$
 3) полония ${}^{209}_{84}\text{Po}$
 4) радия ${}^{224}_{88}\text{Ra}$

A23. В таблице приведены значения максимальной кинетической энергии E_{max} фотоэлектронов при облучении фотокатода монохроматическим светом с длиной волны λ .

Длина волны падающего света, λ	λ_0	$0,5 \lambda_0$
Максимальная кинетическая энергия фотоэлектронов, E_{max}	E_0	$3E_0$

Чему равна работа выхода $A_{вых}$ фотоэлектронов с поверхности фотокатода?

- 1) $0,5 E_0$ 2) E_0 3) $2 E_0$ 4) $3 E_0$

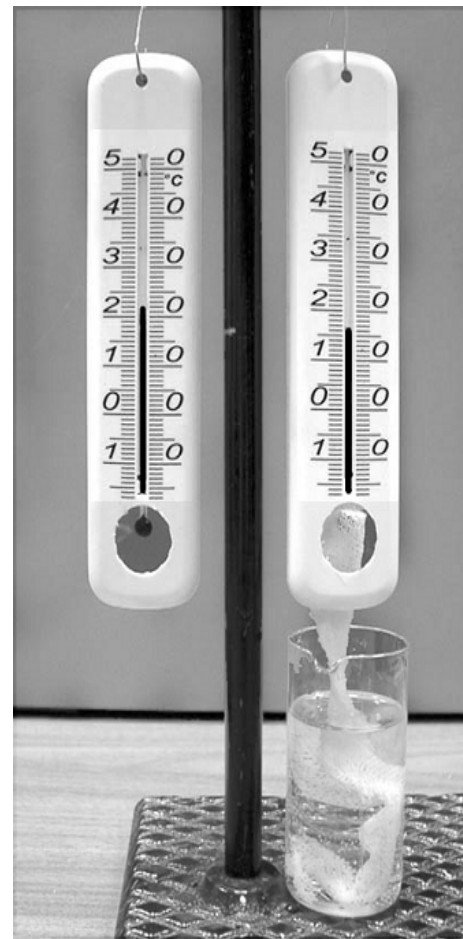
A24. На фотографии представлены два термометра, используемые для определения относительной влажности воздуха с помощью психрометрической таблицы, в которой влажность указана в процентах.

Психрометрическая таблица

$t_{\text{сух. терм}}$ °C	Разность показаний сухого и влажного термометров								
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
15	100	90	80	71	61	52	44	36	27
16	100	90	81	71	62	54	45	37	30
17	100	90	81	72	64	55	47	39	32
18	100	91	82	73	64	56	48	41	34
19	100	91	82	74	65	58	50	43	35
20	100	91	83	74	66	59	51	44	37
21	100	91	83	75	67	60	52	46	39
22	100	92	83	76	68	61	54	47	40
23	100	92	84	76	69	61	55	48	42
24	100	92	84	77	69	62	56	49	43

Какой была относительная влажность воздуха в тот момент, когда проводилась съемка?

- 1) 17%
- 2) 22%
- 3) 61%
- 4) 40%



A25. Воздух под поршнем сжимали при температуре 27°C , измеряя давление воздуха при разных значениях предоставленного ему объема. Погрешность измерения этих величин соответственно равнялась $0,1 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и $0,05 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$. Результаты измерений представлены в таблице.

$V, 10^{-3} \text{ м}^3$	3,5	3	2,5	2
$p, 10^5 \text{ Па}$	0,7	0,8	0,9	1,2

Какой вывод можно уверенно сделать по данным этой таблицы?

- 1) Под поршнем было 0,1 моль воздуха.
- 2) Давление газа прямо пропорционально его объему.
- 3) Давление воздуха линейно возрастало с уменьшением его объема.
- 4) Под поршнем было 0,2 моль воздуха.

Часть 2

Ответы к заданиям части 2 надо будет записать в беловике в виде таблицы.

Ответом к каждому из заданий В1–В2 будет некоторая последовательность цифр.

В1. Груз массой m , подвешенный к пружине, совершает колебания с периодом T и амплитудой x_0 . Что произойдет с периодом и частотой колебаний, а также с максимальной потенциальной энергией пружины, если при неизменной амплитуде колебаний уменьшить массу груза?

Для каждой величины определите соответствующий характер изменения:

- 1) увеличилась 2) уменьшилась 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой физической величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Период колебаний	Частота колебаний	Максимальная потенциальная энергия пружины

В2. Пучок света переходит из воздуха в стекло. Частота световой волны ν , скорость света в воздухе c , показатель преломления стекла относительно воздуха n . Чему равны длина волны и скорость света в стекле?

Установите соответствие между физическими величинами и формулами, по которым их можно рассчитать. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию второго и запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКАЯ ВЕЛИЧИНА

- А) Скорость света в стекле
Б) Длина волны света в стекле

ФОРМУЛА

- 1) $c \cdot n$
2) $c \cdot n \cdot \nu$
3) $\frac{c}{n}$
4) $\frac{c}{\nu \cdot n}$

А	Б

Ответом к каждому из заданий В3–В5 будет некоторое число. Единицы физических величин писать не нужно.

В3. За 2 с прямолинейного движения с постоянным ускорением тело прошло 20 м, не меняя направления движения и уменьшив свою скорость в 3 раза. Чему равна начальная скорость тела на этом интервале?

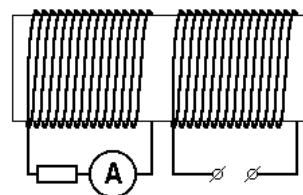
В4. Атмосфера Венеры состоит в основном из двуокиси углерода с молярной массой $M_B = 44 \cdot 10^{-3}$ кг/моль, имеет температуру (у поверхности) около 700 К и давление 90 земных атмосфер. Для атмосферы Земли температура у поверхности близка к 300 К. Каково отношение плотностей атмосфер у поверхностей Венеры и Земли? Ответ округлите до целых.

В5. При коротком замыкании выводов гальванической батареи сила тока в цепи 0,45 А. При подключении к выводам батареи электрической лампы сила тока в цепи 0,225 А, а напряжение на лампе 4,5 В. Найдите ЭДС гальванической батареи.

Не забудьте записать все ответы

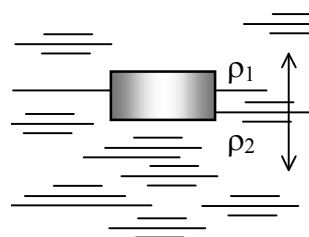
Задания С1–С6 представляют собой задачи, полное решение которых необходимо записать в беловик. Рекомендуется провести предварительное решение на черновике. При оформлении решения в беловике запишите сначала номер задания (С1 и т.д.), а затем решение соответствующей задачи.

С1. На железный сердечник надеты две катушки, как показано на рисунке. По правой катушке пропускают постоянный ток. Каковы в этом случае показания амперметра, подключенного к левой катушке? Как изменятся показания амперметра, если в течение некоторого времени напряжение на концах правой катушки постепенно увеличивать? Ответ поясните, указав какие физические законы и явления вы использовали для объяснения.

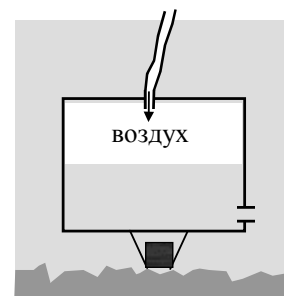


Полное правильное решение каждой из задач С2–С6 должно включать законы и формулы, применение которых необходимо и достаточно для решения задачи, а также математические преобразования, расчеты с численным ответом и, при необходимости, рисунок, поясняющий решение.

С2. Однородный цилиндр с площадью поперечного сечения $10\text{--}2\text{ м}^2$ плавает на границе несмешивающихся жидкостей с плотностью 800 кг/м^3 и 1000 кг/м^3 (см. рисунок). Пренебрегая сопротивлением жидкостей, определите массу цилиндра, если период его малых вертикальных колебаний $\frac{\pi}{5}\text{ с}$.

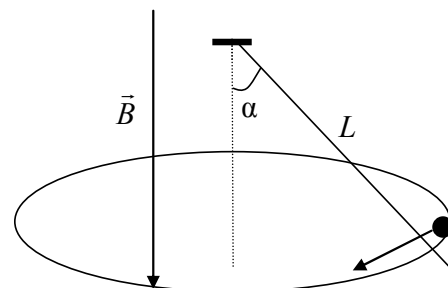


С3. В понтон, лежащий на дне моря, закачивается сверху воздух. Вода вытесняется из понтона через нижнее отверстие (см. рисунок), и когда объем воздуха в понтоне достигает 28 м^3 , понтон всплывает вместе с прикрепленным к нему грузом. В момент начала подъема расстояние от поверхности воды в понтоне до поверхности воды в море равно $73,1\text{ м}$. Масса оболочки понтона 2710 кг . Определите массу поднимаемого груза. Температура воды равна 7°С , атмосферное давление на уровне моря равно 105 Па . Объемом груза и стенок понтона пренебречь.



С4. Две большие параллельные неподвижные вертикальные пластины расположены напротив друг друга. Расстояние между пластинами равно d . Пластины заряжены равномерно разноименными зарядами. Напряженность поля в зазоре между пластинами равна E . Посередине между ними помещен шарик с зарядом q и массой m . После того как шарик отпустили, он начинает падать, и ударяется об одну из пластин. Насколько уменьшится высота шарика над землей Δh к моменту его удара об одну из пластин?

С5. Положительно заряженный шарик массой m подвешен на нити длиной L и равномерно движется по окружности в однородном вертикальном магнитном поле с индукцией \vec{B} (см. рисунок). Заряд шарика q . Нить образует с вертикалью угол $\alpha = 60^\circ$. Найдите угловую скорость равномерного обращения шарика по окружности.



С6. На рисунке изображены несколько энергетических уровней атома и указаны длины волн фотонов, излучаемых и поглощаемых при переходах с одного уровня на другой. Экспериментально установлено, что минимальная длина волны для фотонов, излучаемых при переходах между этими уровнями, равна $\lambda_0 = 250\text{ нм}$. Какова величина λ_{13} , если $\lambda_{32} = 545\text{ нм}$, $\lambda_{24} = 400\text{ нм}$?

