

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники
(ТУСУР)

Кафедра физики

Бурачевский Ю.А., Климов А.С.

ФИЗИКА

Задачи для самостоятельного решения, решения на практических занятиях

2023

УДК 53.02
ББК 22.3
Б 912

Рецензент:

Зенин А.А., доцент кафедры физики ТУСУР, к.т.н.

Бурачевский Ю. А., Климов А. С. Физика. Задачник для студентов всех специальностей /Ю.А. Бурачевский, А.С. Климов. - Томск: ТУСУР, 2023. – 37 с.

Задачник содержит задачи для самостоятельного решения студентами и решения на практических занятиях. Весь материал задачника разбит на 8 разделов. Каждый из разделов содержит задачи и правильные ответы на них. Решение задач предлагается найти студентами самостоятельно, либо с помощью преподавателя на практических занятиях или на выравнивающих курсах по физике.

Пособие предназначено для проведения выравнивающих курсов по физике для студентов ТУСУР всех направлений подготовки.

Одобрено на заседании каф. физики протокол № 108 от 26.10.2023

© Климов А.С., 2023

© Томск. гос. ун-т систем упр.
и радиоэлектроники, 2023

Оглавление

1. КИНЕМАТИКА	4
1.1 КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ	4
1.2 КИНЕМАТИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ	6
2 ДИНАМИКА	8
2.1 ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ	8
2.2 РАБОТА, ЭНЕРГИЯ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ	10
3 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА	12
3.2 ТЕРМОДИНАМИКА	14
4 ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ	16
4.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ	16
4.2 ПОТЕНЦИАЛ И ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ	18
4.3 ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК	20
4.4 ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ	22
5 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ	25
5.1 КОЛЕБАНИЯ	25
5.2 ВОЛНЫ	27
6. ДИФРАКЦИЯ	29
7. ВНЕШНИЙ ФОТОЭФФЕКТ	31
8. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА	33
СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ	36
ПРИЛОЖЕНИЕ	37

1. КИНЕМАТИКА

1.1 КИНЕМАТИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.1.1. Человек прошел на юг 100 м, затем развернулся и пошел назад (на север) еще 100 м и вернулся в исходную точку. Чему в СИ равно перемещение?

Ответ: 0.

1.1.2. Человек прошел на юг 100 м, затем развернулся и пошел назад (на север) еще 100 м и вернулся в исходную точку. Чему в СИ равен путь, который прошел человек?

Ответ: 200 м.

1.1.3. Автомобиль за 2 часа двигаясь с постоянной скоростью проехал 120 км. С какой скоростью в км/ч ехал автомобиль?

Ответ: 60 км/ч.

1.1.4. С высоты 19,6 м из состояния покоя свободно падает тело. Через сколько времени в СИ тело упадет на Землю?

Ответ: 2 с.

1.1.5. Эскалатор движется горизонтально со скоростью 0,8 м/с. Найти в СИ расстояние, на которое переместится пассажир за 40 с относительно Земли, если он сам идет в направлении движения эскалатора со скоростью 0,2 м/с относительно него.

Ответ: 40 м.

1.1.6. Автобус начинает движение с нулевой начальной скоростью и движется прямолинейно с постоянным ускорением 0.5 м/с^2 . Какой путь пройдет автобус к тому моменту времени, когда его скорость достигнет 10 м/с? Ответ дать в СИ.

Ответ: 100 м.

1.1.7. Автомобиль, двигаясь равномерно, проходит третью часть пути со скоростью 20 м/с, а остальной путь – со скоростью 10 м/с. Определить в СИ среднюю скорость на всем пути.

Ответ: 12 м/с.

1.1.8. Тормозной путь поезда, движущегося с ускорением $-0,5 \text{ м/с}^2$, оказался равным 100 м. Найти в СИ скорость поезда в момент начала торможения.

Ответ: 10 м/с.

1.1.9. Моторная лодка проходит расстояние между двумя пунктами А и В по течению реки за время $t_1 = 3$ часа, а плот – за время $t = 12$ часов. Сколько времени t_2 затратит моторная лодка на обратный путь? Ответ дать в часах.

Ответ: 6 часов.

1.1.10. За 2 с прямолинейного равноускоренного движения тело прошло 20 м, увеличив свою скорость в 3 раза. Определить в СИ конечную скорость тела.

Ответ: 15 м/с.

1.1.11. С вышки бросили камень в горизонтальном направлении. Через 2 с камень упал на Землю на расстоянии 30 м от основания вышки. Найти в СИ конечную скорость падения камня. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Ответ: 25 м/с.

1.2 КИНЕМАТИКА ВРАЩАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

1.2.1. Стержень длиной 2 м вращается вокруг оси, проходящей через один из его концов перпендикулярно стержню. Какой путь пройдет другой конец стержня, если он повернется на $\frac{1}{4}$ оборота.

Ответ: 1,57 м.

1.2.2. Стержень длиной 2 м вращается вокруг оси, проходящей через один из его концов перпендикулярно стержню. Чему равно перемещение, которое совершит другой конец стержня, если он повернется на $\frac{1}{4}$ оборота.

Ответ: 1,41 м.

1.2.3. При вращении вала с постоянной угловой скоростью линейная скорость точек на его поверхности равна 9 м/с, а скорость точек, находящихся на 10 см ближе к оси, равна 6 м/с. Найти в СИ радиус вала.

Ответ: 0,3 м.

1.2.4. Вал вращается с частотой 10 Гц. Определить в СИ линейную скорость точек на его поверхности, если радиус вала равен 0,5 м.

Ответ: 31,4 м/с.

1.2.5. Диск вращается вокруг оси, проходящей через центр масс, с постоянной угловой скоростью 3 рад/с. Радиус диска 0,2 м. Найти в СИ центростремительное ускорение точек диска, находящихся на расстоянии 10 см от оси вращения.

Ответ: 0,9 м/с².

1.2.6. При равномерном сматывании тонкого провода с катушки за 10 с было смотано 6,28 м. Средняя частота вращения катушки 2 об/с. Найти в см средний радиус окружности, с которой сматывается провод.

Ответ: 5 см.

1.2.7. Найти в СИ длину лопасти винта вертолета, если винт делает 50 оборотов за 10 секунд, и центростремительное ускорение точек на конце винта равно 2000 м/с².

Ответ: 2 м.

1.2.8. Вал вращался, делая 56 об/с. При торможении он начал вращаться равнозамедленно и через 49 с остановился. Сколько оборотов сделал вал от начала торможения до остановки?

Ответ: 1372 об.

1.2.9. Колесо из состояния покоя начало вращаться равноускоренно и сделав 50 оборотов продолжало вращение с постоянной частотой 100 об/с. Определить в СИ продолжительность равноускоренного вращения.

Ответ: 1 с.

1.2.10. Секундная стрелка часов в три раза короче минутной стрелки. Определить отношение линейной скорости конца секундной стрелки к линейной скорости конца минутной стрелки.

Ответ: 20.

2 ДИНАМИКА

2.1 ДИНАМИКА ПОСТУПАТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

2.1.1. Брусок массой 2 кг неподвижно лежит на горизонтальной плоскости. Под действием силы 1 Н, направленной горизонтально, брусок начинает двигаться. Определить в СИ скорость, которую приобретет брусок через 5 с после начала действия силы.

Ответ: 2,5 м/с.

2.1.2. Вверх по склону, составляющему 30° с горизонтом, поднимается с постоянной скоростью мотоцикл массой 100 кг. Определить в СИ силу тяги, развиваемую мотором мотоцикла. Силу трения не учитывать.

Ответ: 490 Н.

2.1.3. Парашютист массой 60 кг опускается равномерно с раскрытым парашютом. Найти в СИ силу сопротивления воздуха.

Ответ: 588 Н.

2.1.4. Сила 60 Н сообщает телу ускорение $0,8 \text{ м/с}^2$. Найти в СИ силу, которая сообщит этому телу ускорение 2 м/с^2 .

Ответ: 150 Н.

2.1.5. Тело массой 0,5 кг падает вертикально вниз с ускорением 8 м/с^2 . Найти в СИ силу сопротивления движению тела. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Ответ: 1Н.

2.1.6. Лифт опускается вниз с ускорением $1,3 \text{ м/с}^2$. Определить в СИ силу, с которой давит на пол лифта человек массой 80 кг.

Ответ: 680Н.

2.1.7. Камень, привязанный к концу тонкой нити, заставляют двигаться в вертикальной плоскости по окружности радиусом 1 м с постоянной скоростью 2 м/с. Масса камня 0,5 кг. Определить в СИ силу натяжения нити при прохож-

дении камня через нижнюю точку. Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 .

Ответ: 7 Н.

2.1.8. Малый поршень гидравлического пресса за один цикл опускается на расстояние 0,2 м, при этом большой – поднимается на высоту 0,01 м. С какой силой в кН действует пресс на зажатое в нем тело. Если на малый поршень действует сила 500 Н?

Ответ: 10 кН.

2.1.9. Вычислить в СИ силу Архимеда, действующую на брусок размером $2 \times 10 \times 4 \text{ см}$, если он наполовину погружен в жидкость с плотностью 800 кг/м^3 .

Ответ: 0,32 Н.

2.1.10. Полагая массу Луны в 100 раз меньше массы Земли, а диаметр Луны в 4 раза меньше диаметра Земли, определить в СИ ускорение свободного падения на поверхности Луны.

Ответ: $1,568 \text{ м/с}^2$.

2.1.11. Через реку переброшен выпуклый мост, имеющий форму дуги окружности радиусом 100 м. Через мост необходимо проехать грузовику массой 5 т. При какой минимальной скорости это возможно? Максимальная нагрузка, которую может выдержать мост, равна 44 кН. Ответ дать в СИ.

Ответ: 10 м/с.

2.1.12. Диск вращается в горизонтальной плоскости с постоянной угловой скоростью $3,14 \text{ рад/с}$. На расстоянии 12 см от оси на диске лежит тело. Каким должен быть минимальный коэффициент трения, чтобы тело не соскользнуло с диска? Полагать ускорение силы тяжести равным 10 м/с^2 .

Ответ: 0,12.

2.1.13. Во сколько раз давление в озере на глубине 50 м больше атмосферного давления, составляющего 100 кПа?

Ответ: 5,9.

2.2 РАБОТА, ЭНЕРГИЯ. ЗАКОНЫ СОХРАНЕНИЯ В МЕХАНИКЕ

2.2.1. Человек прыгает со стоящей тележки со скоростью 10 м/с относительно Земли. Определить в СИ модуль скорости, с которой покатится тележка, если масса человека 60 кг, а масса тележки 100 кг.

Ответ: 6 м/с.

2.2.2. Пушка, стоящая на очень гладкой горизонтальной поверхности, стреляет под углом 60° к горизонту. Масса снаряда 20 кг, начальная скорость 200 м/с, масса пушки 500 кг. Найти в СИ модуль скорости пушки после выстрела.

Ответ: 4 м/с.

2.2.3. Ледокол массой 6000 т, идущий с выключенным двигателем со скоростью 8 м/с, наталкивается на неподвижную льдину и продолжает движение вместе с ней со скоростью 6 м/с. Определить в тоннах массу льдины.

Ответ: 2000 т.

2.2.4. Подъемный кран равномерно поднимает гранитную глыбу массой 3 т на высоту 15 м в течение 10 мин. С какой полезной мощностью работает мотор подъемного крана? Ускорение свободного падения принять равным 10 м/с^2 . Ответ дать в СИ.

Ответ: 750 Вт.

2.2.5. Неподвижная лодка вместе с установленной на ней пушкой имеет массу 202 кг. Из пушки стреляют в горизонтальном направлении. Масса снаряда 2 кг, а его скорость 400 м/с. Найти в кДж кинетическую энергию лодки сразу после выстрела.

Ответ: 1,6 кДж.

2.2.6. Упругая стальная пружина под действием внешней силы 20 Н удлинилась на 0,04 м. Определить в СИ потенциальную энергию, которую вследствие этого приобрела пружина.

Ответ: 0,4 Дж.

2.2.7. Кинетическая энергия движущегося мотоциклиста 320 кДж, а импульс $8 \cdot 10^3$ (кг·м)/с. Найти в СИ массу мотоциклиста.

Ответ: 100 кг.

2.2.8. Человек, стоящий на коньках на гладком льду, бросает в горизонтальном направлении камень массой 1 кг со скоростью 5 м/с относительно льда, в результате чего сам приобретает кинетическую энергию. Определить в СИ величину этой кинетической энергии, если масса конькобежца 50 кг.

Ответ: 0,25 Дж.

2.2.9. Лошадь тянет сани массой 1000 кг по горизонтальной снежной дороге со скоростью 3 м/с. Найти в СИ мощность, развиваемую лошадью, если коэффициент трения саней о снег равен 0,02.

Ответ: 588 Вт.

2.2.10. Тело, брошенное с поверхности Земли вертикально вверх с начальной скоростью 30 м/с, достигло максимальной высоты 10 м. Определить в СИ среднее значение силы сопротивления воздуха, действовавшей на тело во время полета, если масса тела 100 г.

Ответ: 3,52 Н.

2.2.11. С какой скоростью нужно бросить упругий мяч вниз, чтобы от подпрыгнул на 10 м выше уровня, с которого был брошен? Ответ дать в СИ.

Ответ: 14 м/с.

3 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА И ТЕРМОДИНАМИКА

3.1 МОЛЕКУЛЯРНАЯ ФИЗИКА

3.1.1. 5 г водорода создают в баллоне давление 400 кПа. Неизвестный газ при той же температуре создает давление 100 кПа. Найти в г/моль молярную массу неизвестного газа.

Ответ: 16 г/моль.

3.1.2. За время такта сжатия двигателя внутреннего сгорания температура рабочей смеси повысилась с 47°C до 367°C , а объем уменьшился с 1,5 л до 0,3 л. Давление смеси вначале такта было 0,1 МПа. Какое давление рабочей смеси установилось в конце такта? Ответ дать в МПа.

Ответ: 1 МПа.

3.1.3. В баллоне находится газ при температуре 27°C . До какой температуры надо изохорно нагреть газ, чтобы давление увеличилось в 3 раза? Ответ дать в СИ.

Ответ: 900 К.

3.1.4. Наружный воздух, поступающий зимой через вентиляционную камеру в тоннель метрополитена, предварительно нагревают. Во сколько раз увеличится объем каждого килограмма воздуха при его подогревании от минус 23°C до плюс 27°C .

Ответ: 1,2.

3.1.5. В баллоне емкостью $0,03 \text{ м}^3$ находится газ при температуре 250 К. При этом манометр показывает давление 831 Па. После того, как часть газа из баллона вытекла, его нагрели, и при температуре 300 К манометр показал то же самое давление. Определить в СИ, какая масса газа вытекла. Молярная масса газа $0,002 \text{ кг/моль}$.

Ответ: $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг}$.

3.1.6. На вершине горы атмосферное давление составляет 40 кПа, а температура минус 33°C. Найти в СИ на этой высоте, если при давлении 100 кПа и температуре плюс 27°C плотность воздуха составляет 1,2 кг/м³.

Ответ: 0,6 кг/м³.

3.1.7. Найти в СИ молярную массу смеси 32 г кислорода и 84 г азота.

Ответ: 0,029кг/моль.

3.1.8. Абсолютна влажность воздуха в закрытом сосуде при температуре 3°C равна 0,9 г/м³. Давление насыщенного пара при этой температуре равно 831 Па. Определить в процентах относительную влажность воздуха.

Ответ: 13,8 %.

3.1.9. Под поршнем в цилиндре, площадь основания которого 0,01м², находится газ при температуре 280 К и давлении 100 кПа. На поршень положен груз, вследствие чего поршень опустился. Сила тяжести груза 200 Н. На сколько градусов надо нагреть газ для того, чтобы поршень вернулся в первоначальное положение. Массу поршня и трение не учитывать.

Ответ: 56 К.

3.1.10. Два баллона соединены тонкой трубкой с краном. В одном баллоне находится 1,5 м³ азота при давлении 40 Па, а в другом 3 м³ кислорода при давлении 25 Па. Какое установится давление в баллонах, если открыть кран? Температура газов после открытия крана не изменилась. Ответ дать в СИ.

Ответ: 30 Па.

3.1.11. В баллоне объемом 0,831 м³ помещено 0,02 кг водорода и 0,32 кг кислорода. Определить в кПа давление смеси газов при температуре 27°C.

Ответ: 60 кПа.

3.2 ТЕРМОДИНАМИКА

3.2.1. При адиабатическом сжатии газа его внутренняя энергия увеличилась на 820 Дж. Какое количество теплоты в СИ было сообщено газу.

Ответ: 0.

3.2.2. Для нагревания газа, находящегося в закрытом сосуде, подведено 100 Дж теплоты. На сколько при этом увеличилась внутренняя энергия газа? Ответ дать в СИ.

Ответ: 100 Дж.

3.2.3. Температура нагревателя идеальной тепловой машины 100°C , а температура холодильника 20°C . Определить в процентах к.п.д. тепловой машины.

Ответ: 21,4 %.

3.2.4. Внутренняя энергия 2 молей идеального одноатомного газа уменьшилась на 2493 Дж. На сколько при этом изменилась температура газа? Ответ дать в СИ.

Ответ: 100 К.

3.2.5. На сколько единиц СИ увеличится внутренняя энергия одного моля одноатомного газа при его нагревании на 200 К?

Ответ: 2493 Дж.

3.2.6. При остывании медной детали массой 300 г выделилось 11,7 кДж теплоты. На сколько градусов Цельсия уменьшилась при этом температура детали? Удельная теплоемкость меди $390 \text{ Дж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$.

Ответ: 100°C .

3.2.7. Кислород, нагреваемый при постоянном давлении 300 кПа, совершает работу 1200 Дж. Найти в СИ конечный объем кислорода, если его первоначальный объем равен 5 л.

Ответ: $9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3$.

3.2.8. Какое количество теплоты необходимо для расплавления 1 кг олова, взятого при температуре 32°C ? Удельная теплоемкость олова $0,23 \text{ кДж}/(\text{кг}\cdot\text{K})$,

температура плавления 232°C , удельная теплота плавления 59 кДж/кг . Ответ дать в кДж.

Ответ: 105 кДж .

3.2.9. Смешали $0,4 \text{ кг}$ вода при 50°C и $0,1 \text{ кг}$ воды при 80°C . Определить в градусах Цельсия температуру смеси при тепловом равновесии.

Ответ: 56°C .

3.2.10. Газу сообщили 650 Дж теплоты. При этом газ расширился изобарически от 6 м^3 до 8 м^3 , и его внутренняя энергия увеличилась на 450 Дж . Найти в СИ давление, при котором происходило расширение газа.

Ответ: 100 Па .

3.2.11. Идеальному одноатомному газу массой $0,4 \text{ кг}$ при изохорическом процессе сообщается количество теплоты 2493 Дж . На сколько градусов Цельсия увеличится при этом температура газа? Молярная масса газа $0,04 \text{ кг/моль}$.

Ответ: 20°C .

3.2.12. Рабочее тело идеальной тепловой машины получает от нагревателя за один цикл 600 Дж теплоты. Холодильнику, температура которого 0°C , передается 60% этой теплоты. Определить в СИ температуру нагревателя.

Ответ: 455 К .

4 ЭЛЕКТРИЧЕСТВО И МАГНЕТИЗМ

4.1 ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПОЛЕ

4.1.1. Напряженность электрического поля, созданного точечным зарядом в 20 нКл, равна в некоторой точке пространства 20 Н/Кл. Диэлектрическая проницаемость среды равна 1. Определить в СИ расстояние от данной точки до заряда.

Ответ: 3 м.

4.1.2. Определить, во сколько раз нужно уменьшить расстояние между двумя точечными зарядами, чтобы сила взаимодействия между ними не изменилась при перемещении зарядов из вакуума в воду? Относительная диэлектрическая проницаемость воды равна 81.

Ответ: 9.

4.1.3. Два точечных заряда 20 нКл и 30 нКл, находясь в жидкости на расстоянии 0,01 м, взаимодействуют с силой 0,027 Н. Найти диэлектрическую проницаемость жидкости.

Ответ: 2.

4.1.4. Два одинаковых металлических шарика, заряды которых равны минус 9 нКл и плюс 3 нКл привели в соприкосновение и снова раздвинули. Найти в нКл заряд первого шарика после раздвижения, если потенциалы шариков стали одинаковыми.

Ответ: -6 нКл.

4.1.5. Проводящий шар имеет поверхностную плотность заряда 2 нКл/м². Определить в СИ напряженность электрического поля в точке, удаленной от поверхности шара на расстояние, равное пяти радиусам шара.

Ответ: 6,28 В/м.

4.1.6. Два точечных положительных заряда величиной 9 нКл и 1 нКл расположены на расстоянии 1 м друг от друга. На каком расстоянии от большего за-

ряда на прямой, соединяющей эти заряды, напряженность электрического поля равна нулю? Ответ дать в СИ.

Ответ: 0,75 м.

4.1.7. Два положительных точечных заряда величиной 50 нКл и 30 нКл расположены в вакууме на расстоянии 40 см друг от друга. Определить в СИ напряженность электрического поля между зарядами.

Ответ: 4500 В/м.

4.1.8. Точечные положительные заряды 100 мкКл и 200 мкКл находятся в вакууме. На прямой соединяющей заряды, на одинаковом расстоянии 0,1 м от каждого из них помещен пробный заряд величиной минус 30 нКл. Найти в СИ модуль силы, действующий на пробный заряд.

Ответ: 2,7 Н.

4.1.9. Между горизонтально расположенными пластинами плоского конденсатора находится пылинка массой 10 нг и зарядом $4,9 \cdot 10^{-14}$ Кл. Определить в СИ напряженность электрического поля в конденсаторе, при котором пылинка находится в равновесии.

Ответ: 2000 В/м.

4.1.10. Два точечных заряда величиной плюс 8 нКл и минус 8 нКл расположены в вакууме в двух вершинах равностороннего треугольника. Сторона треугольника 2 м. Определить в СИ напряженность электрического поля в третьей вершине.

Ответ: 18 В/м.

4.1.11. Шарик массой 0,5 г и зарядом 0,5 мкКл подвешен на нити в однородном электрическом поле, силовые линии которого горизонтальны. На какой угол от вертикали отклонена нить, если напряженность электрического поля 9,8 кВ/м. Ответ дать в градусах.

Ответ: 45°.

4.2 ПОТЕНЦИАЛ И ЭНЕРГИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

4.2.1. Электрон перемещается в однородном электрическом поле вдоль силовой линии на расстояние 20 см. Напряженность поля равна 25 В/м. Определить в эВ работу поля по перемещению электрона.

Ответ: 5 эВ.

4.2.2. Энергия электрического поля в конденсаторе равна 20 мДж. Определить в мкКл заряд конденсатора, если его емкость равна 10 нФ.

Ответ: 20 мкКл.

4.2.3. Конденсаторы соединены параллельно. Емкость первого 1000 пФ, а второго – 5000 пФ. Найти в мкКл заряд первого конденсатора, если заряд второго 10 мкКл.

Ответ: 2 мкКл.

4.2.4. Какая работа совершается однородным электрическим полем напряженностью 100 В/м при перемещении заряда 2 мкКл на 2 см в направлении, составляющем угол 60° с направлением силовых линий? Ответ дать в мкДж.

Ответ: 2 мкДж.

4.2.5. Три конденсатора соединены последовательно. Емкости первого и второго конденсаторов одинаковы и равны 4 мкФ, емкость батареи конденсаторов 1 мкФ. Найти в мкФ емкость третьего конденсатора.

Ответ: 2 мкФ.

4.2.6. Определить в мм расстояние между плоскими заряженными пластинами, если разность потенциалов между ними 2 кВ, заряд пластины 10 нКл, площадь пластины 10 см^2 .

Ответ: 1,77 мм.

4.2.7. Неподвижная пылинка имеет заряд 1,4 мкКл и расположена в точке A . При включении электрического поля пылинка под действием поля приходит в движение. Определить кинетическую энергию пылинки в точке B , где потенциал поля меньше потенциала в точке A на 500 В.

Ответ: 700 мкДж.

4.2.8. Под действием электрического поля электрон перемещается от одной пластины вакуумного конденсатора к другой, при этом он получает кинетическую энергию $3,2 \cdot 10^{-15}$ Дж. Найти в кВ разность потенциалов между пластинами.

Ответ: 20 кВ.

4.2.9. Два конденсатора, емкости которых 1 мкФ и 2 мкФ, включили параллельно. Чему равно напряжение между обкладками полученной батареи конденсаторов, если до соединения напряжения на них были равны соответственно 300 В и 150 В. Ответ дать в СИ.

Ответ: 200 В.

4.2.10. Какую скорость будет иметь электрон, пройдя в электрическом поле разность потенциалов 1,82 В? Начальная скорость электрона равна нулю. Ответ дать в км/с.

Ответ: 800 км/с.

4.2.11. Электрон пролетает промежуток с электрическим полем, при этом его кинетическая энергия возрастает вдвое. Во сколько раз возрастет энергия электрона при пересечении им этого промежутка, если разность потенциалов на его концах увеличить в три раза? Начальная энергия электрона в обоих случаях одна и та же.

Ответ: 4.

4.3 ПОСТОЯННЫЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК

4.3.1. По проводнику сопротивлением 5 Ом был перенесен заряд 3 Кл током 1 А. Определить в СИ количество тепла, выделившегося в проводнике.

Ответ: 15 Дж.

4.3.2 Нагрузкой усилителя служат резисторы сопротивлением 2000 Ом и 1000 Ом, включенные последовательно. Определить в СИ мощность тока в нагрузке усилителя, если напряжение на втором сопротивлении нагрузки 10 В.

Ответ: 0,3 Вт.

4.3.3. Две электрические лампочки сопротивлением 4 Ом и 6 Ом соединены параллельно и подключены к аккумулятору с внутренним сопротивлением 1,6 Ом и э.д.с. 6 В. Определить в СИ ток через аккумулятор.

Ответ: 1,5 А.

4.3.4. Электроплитка, содержащая две соединенные параллельно спирали сопротивлением 36 Ом и 72 Ом, подключена к сети постоянного тока напряжением 36 В. Определит в СИ мощность, выделяемую в электроплитке.

Ответ: 54 Вт.

4.3.5. Аккумулятор с внутренним сопротивлением 10 Ом нагружен сопротивлением 40 Ом. Определить в СИ э.д.с. аккумулятора, если на нагрузке выделяется мощность 1 кВт.

Ответ: 250 В.

4.3.6. Электромотор рулевой машинки автопилота самолета рассчитан на 27 В и потребляет мощность 1620 Вт. Определить в мм² минимальную площадь сечения подводящих проводов, если допустимая плотность тока в них 6 А/мм².

Ответ: 10 мм².

4.3.7. Предохранитель автомобильного телевизора имеет проволоку, площадь сечения которой 0,5 мм². Определить в СИ максимальную потребляемую телевизором мощность от сети напряжением 12 В, если предохранитель перегорает при плотности тока, большей 10 А/мм².

Ответ: 60 Вт.

4.3.8. При ремонте электрической плитки, питающейся от сети с напряжением 220 В, спираль была укорочена на 0,2 первоначальной длины. Во сколько раз изменилась мощность плитки?

Ответ: 1,25.

4.3.9. Две спирали равного поперечного сечения из разных сплавов соединены между собой параллельно. Длина первой спирали в два раза меньше длины второй. Спираль выделяют равное количество тепла за одинаковое время. Определить, во сколько раз удельное сопротивление первого сплава больше удельного сопротивления второго.

Ответ: 2.

4.3.10. Два проводника соединены параллельно. При прохождении через них тока в первом проводнике сопротивлением 5 Ом выделяется 30 Дж тепла. Сколько тепла выделяется за то же время во втором проводнике сопротивлением 3 Ом? Ответ дать в СИ,

Ответ: 50 Дж.

4.3.11. Шкала амперметра с внутренним сопротивлением 5 Ом содержит деления от 0 до 1 А. Если к амперметру параллельно подключить шунт, то этим прибором можно измерять токи большей величины. Определить в СИ сопротивление шунта, позволяющего измерять токи до 5 А.

Ответ: 1,25 Ом.

4.3.12. Вольтметр имеет шкалу на 10 В и внутреннее сопротивление 200 Ом. Для того, чтобы этим прибором можно было измерить напряжение больше 10 В, к нему последовательно подключают добавочный резистор. Определить в СИ сопротивление добавочного резистора, позволяющего измерить напряжение до 50 В.

Ответ: 800 Ом.

4.4 ЭЛЕКТРОМАГНЕТИЗМ

4.4.1. Найти в СИ энергию магнитного поля соленоида, в котором при силе тока 10 А возникает магнитный поток 0,5 Вб.

Ответ: 2,5 Дж.

4.4.2. За время 0,1 с магнитный поток пронизывающий замкнутый контур, равномерно уменьшился до 1,5 Вб. При этом в контуре возникла э.д.с. индукции, равная 15 В. Определить в СИ первоначальную величину магнитного потока.

Ответ: 3 Вб.

4.4.3. В однородном магнитном поле прямой проводник длиной 1 м перемещается на расстояние 3 см. Направление линий индукции, тока и перемещения взаимно перпендикулярны. Ток в проводнике равен 2 А. Определить в СИ магнитную индукцию поля, если работа по перемещению проводника равна 0,03 Дж.

Ответ: 0,5 Тл.

4.4.4. Найти в мГн индуктивность проводника, в котором равномерное уменьшение силы тока на 2 А в течение 0,25 с возбуждает э.д.с. самоиндукции, равную 25 мВ.

Ответ: 2,5 мГн.

4.4.5. Электрон влетает в однородное магнитное поле со скоростью 10^7 м/с. Индукция магнитного поля 0,6 Тл. Сила, с которой поле действует на электрон, равна 0,48 пН. Под каким углом к линиям магнитной индукции влетает электрон? Ответ дать в градусах.

Ответ: 30° .

4.4.6. За 2 с индукция однородного магнитного поля равномерно изменилась от 0,3 Тл до 0,1 Тл. В результате этого в круговой витке, помещенном в магнитное поле, возникла э.д.с. индукции 20 мВ. Найти в СИ площадь витка,

если угол между вектором магнитной индукции и нормалью к плоскости витка равен 60° .

Ответ: $0,4 \text{ м}^2$.

4.4.7. По катушке течет ток $0,3 \text{ А}$. При этом энергия магнитного поля, создаваемого катушкой, равна $0,1 \text{ Дж}$. Во сколько раз необходимо увеличить силу тока, чтобы энергия магнитного поля, создаваемого катушкой, увеличилась в 4 раза?

Ответ: 2.

4.4.8. Определить в СИ силу Ампера, действующую на проводник длиной $0,1 \text{ м}$ с током 2 А , который помещен в однородное постоянное магнитное поле перпендикулярно линиям индукции, если известно, что в этом поле максимальная величина магнитного потока, пронизывающая рамку площадью $0,01 \text{ м}^2$, равна $0,1 \text{ Вб}$.

Ответ: 2 Н .

4.4.9. Определить в мкГн индуктивность плоского проволочного контура площадью $0,02 \text{ м}^2$, если известно, что при пропускании через контур тока 2 мкА среднее значение индукции магнитного поля, созданного внутри контура, равно $8 \cdot 10^{-9} \text{ Тл}$.

Ответ: 80 мкГн .

4.4.10. Проводящая катушка с площадью поперечного сечения 10 см^2 находится в однородном магнитном поле, индукция которого в течение 10 мс равномерно изменяется от 5 Тл до 3 Тл . При этом в катушке возникает э.д.с. индукции 100 В . Ось катушки параллельна линиям индукции. Найти число витков в катушке.

Ответ: 500 вит .

4.4.11. Самолет летит горизонтально со скоростью 900 км/ч . Размах крыльев самолета 12 м . Вертикальная составляющая земного магнитного поля равна 50 мкТл . Найти в СИ э.д.с. индукции, возникающую в крыльях самолета.

Ответ: 0,15 В.

4.4.12. Пылинка массой 2 мг и зарядом 10 мкКл, движется в вакууме под действием однородного магнитного поля в плоскости, перпендикулярной к линиям индукции поля. Магнитная индукция равна 0,4 Тл. Найти в СИ ускорение пылинки, если она движется равномерно по окружности со скоростью 0,2 м/с.

Ответ: 0,4 м/с².

5 КОЛЕБАНИЯ И ВОЛНЫ

5.1 КОЛЕБАНИЯ

5.1.1. Груз, подвешенный на пружине жесткостью 250 Н/м, совершает 50 колебаний за время равное 31,4 с. Найти в СИ массу груза.

Ответ: 2,5 кг.

5.1.2. Гирька массой 0,05 кг прикреплена к пружине и совершает колебания в вертикальной плоскости с циклической частотой 4 рад/с. Найти в СИ потенциальную энергию гирьки, когда ее смещение от положения равновесия равно 0,05 м.

Ответ: $1 \cdot 10^{-3}$ Дж.

5.1.3. На пружине жесткостью 10 Н/м подвешен шарик массой 100 г. Сколько колебаний совершит такой маятник за 3,14 с?

Ответ: 5 кол.

5.1.4. Математический маятник длиной 2,3 м совершает за 314 с 100 колебаний. Найти в СИ ускорение свободного падения в месте нахождения маятника.

Ответ: 9,2 м/с².

5.1.5. Грузик, прикрепленный к пружине, совершает гармонические колебания с амплитудой 0,1 м и периодом 1,57 с. Найти в СИ максимальное ускорение грузика во время его движения.

Ответ: 1,6 м/с².

5.1.6. Маятник за 10 с совершает 100 колебаний. За какой промежуток времени фаза колебаний маятника изменится на 180°? Ответ дать в СИ.

Ответ: 0,05 с.

5.1.7. Амплитуда гармонических колебаний материальной точки 2 см, а полная энергия колебаний 3 мкДж. При каком смещении от положения равновесия на колеблющуюся точку действует сила 30 мкН? Ответ дать в мм.

Ответ: 2 мм.

5.1.8. Круговая частота свободных электрических колебаний в контуре равна 2000 рад/с. Найти в мкФ емкость контура, если его индуктивность 0,25 Гн.

Ответ: 1 мкФ.

5.1.9. За время, равное $1/6$ периода, переменный ток уменьшается от максимального значения до 2 А. Определить в СИ амплитуду силы тока.

Ответ: 4 А.

5.1.10. При настройке колебательного контура емкость его изменили с 400 пФ до 100 пФ. Во сколько раз изменилась частота электромагнитных колебаний в этом контуре?

Ответ: 2.

5.1.11. В колебательном контуре емкость конденсатора 100 пФ, индуктивность катушки 1 Гн. В процессе колебаний максимальное напряжение на обкладках конденсатора равно 100 В. Определить в мкДж полную энергию свободных электромагнитных колебаний в этом контуре.

Ответ: 0,5 мкДж.

5.1.12. Колебательный контур состоит из конденсатора емкостью 5 мкФ и катушки индуктивностью 0,2 Гн. Определить, в СИ максимальную силу тока в контуре в процессе колебаний, если максимальная разность потенциалов на обкладках конденсатора 90 В. Сопротивлением контура пренебречь.

Ответ: 0,45 А.

5.2 ВОЛНЫ

5.2.1. Волна на поверхности озера распространяется со скоростью 2,4 м/с. Частота колебаний волны 3 Гц. Найти в градусах разность фаз колебаний (для одного и того же момента времени) двух точек волны, находящихся друг от друга на расстоянии 0,6 м по направлению распространения волны.

Ответ: 270° .

5.2.2. Морские волны распространяются со скоростью 2 м/с. Расстояние между одним из гребней волны и ближайшей впадиной равно 2,5 м. Определить в СИ частоту колебаний.

Ответ: 0,4 Гц.

5.2.3. Рыболов заметил, что за 10 с поплавок совершает на волнах 20 колебаний, а расстояние между соседними гребнями волны 1 м. Определить в СИ скорость распространения волны.

Ответ: 2 м/с.

5.2.4. Звуковая волна длиной 10 см и частотой 15 кГц распространяется в жидкости. Определить в СИ скорость распространения звуковой волны в жидкости.

Ответ: 1500 м/с.

5.2.5. Сигнал гидролокатора подводной лодки, отразившись от цели, отстоящей от нее на расстояние 4 км, зарегистрирован через 5 с после его подачи. Частота колебаний вибратора гидролокатора 10 кГц. Определить в см длину звуковой волны в воде.

Ответ: 16 см.

5.2.6. Определить в мкс период электрических колебаний в контуре, излучающем электромагнитные волны длиной 450 м.

Ответ: 1,5 мкс.

5.2.7. Входной колебательный контур радиоприемника состоит из конденсатора емкостью 25 нФ и катушки, индуктивность которой равна 0,1 мкГн. На какую длину волны настроен радиоприемник? Ответ дать в СИ.

Ответ: 94,2 м.

5.2.8. Колебательный контур приемника с конденсатором емкостью 250 пФ настроен на длину волны 30 м. Определить в мкГн индуктивность катушки контура.

Ответ: 1 мкГн.

5.2.9. Прием радиоволн в диапазоне от 25 до 100 м производится изменением расстояния между пластинами плоского конденсатора в колебательном контуре приемника. Во сколько раз нужно уменьшить расстояние между пластинами при переходе от приема самых коротких волн диапазона до приема самых длинных?

Ответ: 16.

5.2.10. Колебательный контур радиоприемника настроили на прием длины волны λ . Затем конденсатор контура зарядили, в результате чего в контуре начались свободные колебания. В процессе этих колебаний (разность потенциалов) U между обкладками конденсатора меняется с течением времени t по закону $U(t)=10 \cdot \cos(3.14 \cdot 10^{-6}t)$. В этой формуле t измеряется в секундах, фаза колебаний измеряется в радианах, а напряжение получается в вольтах. Определить в СИ величину λ .

Ответ: 600 м.

6. ДИФРАКЦИЯ

1. На дифракционную решетку, имеющую одинаковую ширину непрозрачных промежутков и прозрачных щелей, равную 1,2 мкм, нормально падает свет с длиной волны 500 нм. Определить наибольший порядок максимума, который наблюдается для данной длины волны.

Ответ: 4.

2. На дифракционную решетку падает нормально поток белого света. В направлении, определяемом углом 30° , для длины волны 450 нм наблюдается максимум пятого порядка. Определить синус угла, в направлении которого для длины волны 600 нм наблюдается максимум третьего порядка.

Ответ: 0,4.

3. На дифракционную решетку, период которой 2 мкм, нормально падает свет с длиной волны 500 нм. Определить, под каким углом наблюдается второй максимум интенсивности света ($k = 2$). Ответ дать в градусах.

Ответ: 30° .

4. Световые лучи падают нормально на плоскую дифракционную решетку, период которой равен 2,5 мкм. Синус угла, под которым наблюдается третий дифракционный максимум ($k = 3$), равен 0,6. Найти в нм длину волны световых лучей.

Ответ: 500 нм.

5. Найти в нм период дифракционной решетки, если четвертый максимум интенсивности для длины волны 600 нм наблюдается под углом 30° ?

Ответ: 4800 нм.

6. На дифракционную решетку нормально падает свет с длиной волны 600 нм. Вторым максимумом интенсивности света ($k = 2$) наблюдается под углом 30° . Найти в мкм период дифракционной решетки.

Ответ: 2,4 мкм.

7. На дифракционную решетку с шириной непрозрачных промежутков 2 мкм и шириной прозрачных щелей 2,5 мкм нормально падает поток белого света. Найти в нем длину волны света, для которой под углом 30° наблюдается максимум третьего порядка ($k = 3$).

Ответ: 750 нм.

8. На дифракционную решетку нормально падает монохроматический свет. На бесконечно большом экране, установленном за дифракционной решеткой параллельно ей, наблюдается 7 максимумов интенсивности света. Определить наибольший порядок дифракции k , наблюдаемый в данных условиях.

Ответ: 3.

9. На дифракционную решетку падает нормально монохроматический свет. Наибольший порядок дифракции k , наблюдаемый в данных условиях, равен 4. Сколько максимумов интенсивности будет наблюдаться на бесконечно большом экране, установленном за дифракционной решеткой параллельно ей?

Ответ: 9.

10. На дифракционную решетку, имеющую одинаковую ширину непрозрачных промежутков и прозрачных щелей, нормально падает монохроматический свет с длиной волны 600 нм. Определить в мкм ширину прозрачной щели, если третий порядок максимума ($k = 3$) наблюдается под углом 30° .

Ответ: 1,8 мкм.

7. ВНЕШНИЙ ФОТОЭФФЕКТ

1. Два образца из цезия облучаются светом от двух разных источников света (частота падающих квантов света 600 ТГц и 500 ТГц). Максимальные кинетические энергии фотоэлектронов при этом отличаются в два раза. Определить работу выхода электрона из цезия. Ответ дать в электронвольтах.

Ответ: 1,65 эВ.

2. Излучение с частотой 2000 ТГц падает на вещество, для которого частота красной границы фотоэффекта равна 100 ТГц. Определить максимальную кинетическую энергию электронов. Ответ дать в электронвольтах.

Ответ: 4,125 эВ.

3. При освещении фотоэлемента светом с длиной волны 500 нм фотоэлектроны полностью задерживаются напряжением 1,125 В. Определить величину задерживающего напряжения при облучении фотоэлемента светом с длиной волны 250 нм. Ответ дать в единицах СИ.

Ответ: 3,6 В.

4. Определить в эВ работу электронов из оксидного катода, если частота красной границы фотоэффекта в этом случае равна 400 ТГц.

Ответ: 1,65 эВ.

5. Фотокатод облучается светом, энергия каждого кванта которого равна 3 эВ. На сколько электрон-вольт возрастет максимальная кинетическая энергия каждого фотоэлектрона при увеличении энергии кванта света в 2 раза?

Ответ: 3 эВ.

6. При исследовании внешнего фотоэффекта найдено, что задерживающее напряжение равно 1,82 В. Определить в км/с максимальную скорость электронов, вылетающих из катода.

Ответ: 800 км/с.

7. Поверхность металла облучается светом, энергия одного кванта которого равна 5,6 эВ. Работа выхода электронов из металла равна 3 эВ. Найти в эВ максимальную кинетическую энергию фотоэлектрона.

Ответ: 2,6 эВ.

8. При облучении медной пластинки квантами света, каждый из которых имеет энергию 5,4 эВ, наблюдается фотоэффект. Работа выхода электрона из меди равна 4,1 эВ. Найти в СИ минимальное задерживающее напряжение, при котором фототок в этом опыте равен нулю.

Ответ: 1,3 В.

9. Поверхность калия облучается монохроматическим светом с частотой $8 \cdot 10^{14}$ Гц. Работа выхода электронов из калия равна 2,2 эВ. Определить в эВ максимальную кинетическую энергию фотоэлектронов в этом опыте.

Ответ: 1,1 эВ.

10. Литиевый фотокатод облучается монохроматическим светом, в котором энергия каждого кванта равна 3,6 эВ. Величина задерживающего напряжения для фотоэлектронов, вырываемых светом с поверхности лития, равна 1,2 В. Определить в эВ работу выхода электрона из лития.

Ответ: 2,4 эВ.

8. ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА

1. В результате взаимодействия ядра азота (атомный номер равен 7, массовое число равно 14) с ядром гелия (атомный номер равен 2, массовое число равно 4) образуется изотоп кислорода и протон. Чему равно массовое число образовавшегося изотопа кислорода?

Ответ: 17.

2. В результате захвата нейтрона ядром изотопа азота (атомный номер равен 7, массовое число равно 14) образуется новое ядро и протон. Чему равен атомный номер нового ядра?

Ответ: 6.

3. Дефект массы ядра изотопа гелия (число протонов 2, нейтронов 1) равен 0,005 а.е.м. Определить удельную энергию связи этого ядра. Ответ дать в пикоджоулях на нуклон.

Ответ: 0,249 пДж.

4. Вычислить энергию связи ядра атома дейтерия, состоящего из одного протона и одного нейтрона. Масса ядра равна 2,0136 а.е.м. Ответ дать в мегаэлектронвольтах.

Ответ: 2,241 МэВ.

5. В результате взаимодействия ядра дейтерия, масса которого равна 2,014 а.е.м., с ядром трития, масса которого 3,016 а.е.м. образуется ядро гелия (масса 4,001 а.е.м.) и нейтрон. Какая энергия выделяется при этой термоядерной реакции? Ответ дать в мегаэлектронвольтах. Учесть, что 1 а.е.м соответствует энергии 931 МэВ.

Ответ: 18,62 МэВ.

6. Сколько нейтронов содержится в ядре изотопа германия с массовым числом 72? Атомный номер германия 32.

Ответ: 40.

7. Энергия связи ядра одного из изотопов меди равна 560 МэВ. Энергия связи изотопа бора 80 МэВ. Во сколько раз дефект массы ядра изотопа меди больше дефекта массы ядра бора?

Ответ: 7.

8. Ядро изотопа кальция (атомный номер равен 20, массовое число равно 40) претерпевает бета-распад. Найти массовое число ядра элемента, образующегося в результате этого процесса.

Ответ: 40.

9. Ядро атома рения (атомный номер равен 75, массовое число равно 186) претерпевает альфа-распад. Найти массовое число ядра, образующегося в результате этого процесса.

Ответ: 182.

10. Изотоп ядра урана (число протонов 92, число нейтронов 147) претерпевает электронный бета-распад. Определить число протонов в ядре образовавшегося элемента.

Ответ: 93.

11. Массовое число атома цинка равно 65, число нейтронов в ядре этого атома равно 35. Сколько электронов в атоме цинка?

Ответ: 30.

12. Найти в МэВ энергию связи ядра изотопа кадмия, если известно, что дефект массы ядра этого изотопа составляет 0,008 а.е.м.

Ответ: 7,47 МэВ.

13. Ядро изотопа магния (атомный номер равен 12, массовое число равно 24) подвергается бомбардировке протонами. Определить число нуклонов в образующемся в результате реакции ядре, если реакция сопровождается испусканием альфа-частиц.

Ответ: 21.

14. При столкновении альфа-частицы с ядром бериллия, имеющим 4 протона, происходит ядерная реакция, в результате которой образуется новое ядро и нейтрон. Определить для нового ядра его атомный номер в периодической таблице Менделеева.

Ответ: 6.

15. Определить в МэВ энергию, выделяющуюся при образовании ядра изотопа гелия (атомный номер равен 2, массовое число равно 3) из отдельных нуклонов, если масса ядра изотопа гелия равна 3,007 а.е.м.

Ответ: 14,94 МэВ.

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мякишев Г.Я. Физика: Оптика. Квантовая физика. 11 кл.: Учеб. для углубленного изучения физики / Г.Я. Мякишев, А.З. Синяков. – 2-е изд., стереотип. –М.: Дрофа, 2002, – 464 с.

2. Мякишев Г.Я. Физика. 11 класс: учеб. для общеобразоват. учреждений: базовый и профил. уровни / Г.Я. Мякишев, Б.Б. Буховцев, В.М. Чаругин; под ред. В.И. Николаева, Н.А. Парфентьевой. – 19-е изд. –М.: Просвещение, 2010, – 399 с.

3. Касьянов В.А. Физика. 11 кл.: учебник. для общеобразоват. учреждений: базовый уровень/ В. А. Касьянов. – 7-е изд., переработанное. –М.: Дрофа, 2019. – 288 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Некоторые физические постоянные и единицы

№	Название	Значение
1	Ускорение свободного падения	$g = 9,8 \text{ м/с}^2$
2	Плотность воды	$\rho = 10^3 \text{ кг/м}^3$
3	Давление при нормальных условиях	$P_0 = 10^5 \text{ Па}$
4	Температура при нормальных условиях	$T_0 = 273 \text{ К}$
5	Число Авогадро	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \text{ моль}^{-1}$
6	Молярная масса кислорода	$\mu_{O_2} = 0,032 \text{ кг/моль}$
7	Молярная масса водорода	$\mu_{H_2} = 0,002 \text{ кг/моль}$
8	Молярная масса азота	$\mu_{N_2} = 0,028 \text{ кг/моль}$
9	Постоянная Больцмана	$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ Дж/К}$
10	Универсальная газовая постоянная	$R = 8,31 \text{ Дж/(моль} \cdot \text{К)}$
11	Элементарный заряд	$e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Кл}$
12	Коэффициент пропорциональности в законе Кулона	$k = 9 \cdot 10^9 \text{ Н} \cdot \text{м}^2 / \text{Кл}^2$
13	Электрическая постоянная	$\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12} \text{ Ф/м}$
14	Скорость света в вакууме	$c = 3 \cdot 10^8 \text{ м/с}$
15	Масса покоя электрона	$m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ кг}$
16	Масса покоя протона	$m_p = 1,007 \text{ а.е.м.}$
17	Масса покоя нейтрона	$m_n = 1,009 \text{ а.е.м.}$
18	Атомная единица массы	$1 \text{ а.е.м.} = 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$
19	Электронвольт	$1 \text{ эВ} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Дж}$