

Плотность		подсолнечного масла	900 кг/м ³
воды	1000 кг/м ³	алюминия	2700 кг/м ³
древесины (сосна)	400 кг/м ³	железа	7800 кг/м ³
керосина	800 кг/м ³	ртути	13 600 кг/м ³
Удельная теплоёмкость			
воды	4,2·10 ³ Дж/(кг·К)	алюминия	900 Дж/(кг·К)
льда	2,1·10 ³ Дж/(кг·К)	меди	380 Дж/(кг·К)
железа	460 Дж/(кг·К)	чугуна	500 Дж/(кг·К)
свинца	130 Дж/(кг·К)		
Удельная теплота			
парообразования воды	2,3·10 ⁶ Дж/кг		
плавления свинца	2,5·10 ⁴ Дж/кг		
плавления льда	3,3·10 ⁵ Дж/кг		
Нормальные условия:	давление – 10 ⁵ Па, температура – 0 °С		
Молярная масса			
азота	28·10 ⁻³ кг/моль	гелия	4·10 ⁻³ кг/моль
аргона	40·10 ⁻³ кг/моль	кислорода	32·10 ⁻³ кг/моль
водорода	2·10 ⁻³ кг/моль	лития	6·10 ⁻³ кг/моль
воздуха	29·10 ⁻³ кг/моль	неона	20·10 ⁻³ кг/моль
воды	18·10 ⁻³ кг/моль	углекислого газа	44·10 ⁻³ кг/моль

Часть 1

Ответами к заданиям 1–24 являются слово, число или последовательность цифр или чисел. Запишите ответ в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишите в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Задание 1

Пароход движется по реке против течения со скоростью 5 м/с относительно берега. Определите скорость течения реки, если скорость парохода относительно берега при движении в обратном направлении равна 8 м/с. (Ответ дайте в метрах в секунду.)

Ответ: _____

Задание 2

Тело подвешено на двух нитях и находится в равновесии. Угол между нитями равен 90°, а силы натяжения нитей равны 3 Н и 4 Н. Чему равна сила тяжести, действующая на тело? (Ответ дайте в ньютонах.)

Ответ: _____

Задание 3

Тело массой 1 кг, брошенное вертикально вверх с поверхности Земли, достигло максимальной высоты 20 м. Какой кинетической энергией обладало тело тотчас после броска? (Ответ дайте в джоулях.) Спротивлением воздуха пренебречь. Ускорение свободного падения считать равным 10 м/с².

Ответ: _____

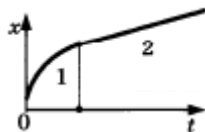
Задание 4

Мимо рыбака, сидящего на пристани, прошло 5 гребней волны за 10 с. Каков период колебаний поплавок на волнах? (Ответ дайте в секундах.)

Ответ: _____

Задание 5

Бусинка скользит по неподвижной горизонтальной спице. На графике изображена зависимость координаты бусинки от времени. Ось Ox параллельна спице. На основании графика выберите два верных утверждения о движении бусинки.



- 1) На участке 1 проекция ускорения a_x бусинки отрицательна.
- 2) На участке 1 модуль скорости остается неизменным, а на участке 2 — уменьшается.
- 3) На участке 1 модуль скорости увеличивается, а на участке 2 — уменьшается.
- 4) На участке 1 модуль скорости уменьшается, а на участке 2 — остается неизменным.
- 5) В процессе движения вектор скорости бусинки менял направление на противоположное.

Ответ: _____

Задание 6

В результате перехода с одной круговой орбиты на другую скорость движения спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, его центростремительное ускорение и период обращения вокруг Земли?

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.

Радиус орбиты	Центростремительное ускорение	Период обращения вокруг Земли

Ответ: _____

Задание 7

Установите соответствие между физическими величинами и приборами для их измерения. К каждой позиции первого столбца подберите нужную позицию второго и запишите в ответ выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Частота колебаний маятника
- Б) Амплитуда колебаний маятника

ПРИБОРЫ

- 1) Динамометр
- 2) Секундомер
- 3) Амперметр
- 4) Линейка

Ответ: _____

Задание 8

В баллоне емкостью 20 л находится кислород при температуре 16°C под давлением 10^7 Па. Какой объем займет этот газ при нормальных условиях?

Ответ выразите в кубических метрах с точностью до сотых.

Ответ: _____

Задание 9

В некотором циклическом процессе модуль количества теплоты, отданного газом за один цикл холодильнику, в $21/9$ раза больше, чем совершаемая газом за цикл работа. Чему равен КПД такого теплового двигателя? Ответ выразите в процентах.

Ответ: _____

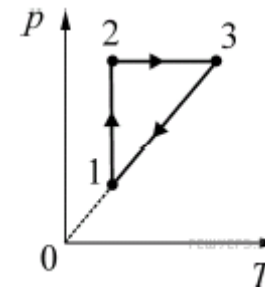
Задание 10

Относительная влажность воздуха в закрытом сосуде 30 %. Какой станет относительная влажность, если объем сосуда при неизменной температуре уменьшить в 2 раза? (Ответ дать в процентах.)

Ответ: _____

Задание 11

В результате эксперимента по изучению циклического процесса, проводившегося с некоторым постоянным количеством одноатомного газа, который в условиях опыта можно было считать идеальным, получилась зависимость давления p от температуры T , показанная на графике. Выберите два утверждения, соответствующие результатам этого эксперимента, и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.



- 1) В процессе 1–2 газ совершал отрицательную работу.
- 2) В процессе 2–3 газ совершал отрицательную работу.
- 3) В процессе 3–1 газ совершал положительную работу.
- 4) Изменение внутренней энергии газа на участке 1–2 было меньше изменения внутренней энергии газа на участке 2–3.
- 5) В процессе 3–1 газ совершал отрицательную работу.

Ответ: _____

Задание 12

Алюминиевая деталь массой 0,1 кг нагрета до температуры +169 °С и помещена в калориметр, снабжённый термометром. Из-за несовершенства теплоизоляции калориметра за любые 7 минут температура (в градусах Цельсия) его содержимого уменьшается в 1,3 раза. Что будет показывать термометр (в градусах Цельсия) через 14 минут после начала наблюдения и какое количество теплоты (в Дж) потеряет деталь за 21 минуту с начала наблюдения?

Удельная теплоёмкость алюминия 900 Дж/(кг·К).

ВЕЛИЧИНЫ

ИХ ЗНАЧЕНИЯ

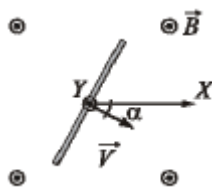
- | | |
|---|-------------------|
| А) показание термометра (в градусах Цельсия) через 14 минут после начала наблюдения | 1) 100 |
| Б) количество теплоты (в Дж), потерянное деталью за 21 минуту с начала наблюдения | 2) ≈ 8290 |
| | 3) ≈ 77 |
| | 4) ≈ 6930 |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам.

Ответ: _____

Задание 13

Прямой проводник длиной 50 см равномерно поступательно движется в однородном постоянном магнитном поле, направление которого совпадает с направлением вертикальной оси Y (на рисунке эта ось направлена «на нас»). Скорость проводника направлена перпендикулярно ему, и составляет угол 30° с горизонтальной осью X , как показано на рисунке. Разность потенциалов между концами проводника равна 25 мВ, модуль индукции магнитного поля 0,1 Тл. Определите модуль скорости движения этого проводника. (Ответ дать в метрах в секунду.)



Ответ: _____

Задание 14

К идеальному источнику тока с ЭДС 3 В подключили конденсатор ёмкостью 1 мкФ один раз через резистор 10^7 Ом, а второй раз — через резистор $2 \cdot 10^7$ Ом. Во сколько раз во втором случае тепло, выделившееся на резисторе, больше по сравнению с первым? Излучением пренебречь.

Ответ: _____

Задание 15

Число витков в первичной обмотке трансформатора в 2 раза меньше числа витков в его вторичной обмотке. Какова амплитуда колебаний напряжения на концах вторичной обмотки трансформатора в режиме холостого хода при амплитуде колебаний напряжения на концах первичной обмотки 50 В? (Ответ дать в вольтах.)

Ответ: _____

Задание 16

Школьник проводил эксперименты, соединяя друг с другом различными способами батарейку и пронумерованные лампочки. Сопротивление батарейки и соединительных проводов было пренебрежимо мало. Измерительные приборы, которые использовал школьник, можно считать идеальными. Сопротивление всех лампочек не зависит от напряжения, к которому они подключены. Ход своих экспериментов и полученные результаты школьник заносил в лабораторный журнал. Вот что написано в этом журнале.

Опыт А). Подсоединил к батарейке лампочку № 1. Сила тока через батарейку 2 А, напряжение на лампочке 12 В.

Опыт Б). Подключил лампочку № 2 последовательно с лампочкой № 1. Сила тока через лампочку № 1 равна 1 А, напряжение на лампочке № 2 составляет 6 В.

Опыт В). Подсоединил последовательно с лампочками № 1 и № 2 лампочку № 3. Сила тока через батарейку равна 0,5 А, напряжение на лампочке № 1 составляет 3 В.

Исходя из записей в журнале, выберите два правильных утверждения и запишите в таблицу цифры, под которыми указаны эти утверждения.

- 1) ЭДС батарейки равна 12 В
- 2) лампочки № 1 и № 2 разные
- 3) лампочки № 1 и № 3 одинаковые
- 4) сопротивление лампочки № 3 в два раза больше сопротивления лампочки № 2
- 5) все три лампочки имеют разное сопротивление

Ответ: _____

Задание 17

По длинному тонкому соленоиду течёт ток I . Как изменятся следующие физические величины, если увеличить радиус соленоида, оставляя без изменений число его витков и длину: модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида, поток вектора магнитной индукции через торец соленоида, индуктивность соленоида.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ**ИХ ИЗМЕНЕНИЕ**

- | | |
|---|------------------|
| А) модуль вектора индукции магнитного поля на оси соленоида | 1) увеличилась |
| Б) поток вектора магнитной индукции через торец соленоида | 2) уменьшилась |
| В) индуктивность соленоида | 3) не изменилась |

Запишите в ответ цифры, расположив их в порядке, соответствующем буквам.

Ответ: _____

Задание 18

К концам длинного однородного проводника приложено напряжение U . Проводник заменили на проводник, сделанный из такого же материала, такой же длины, но с большей площадью поперечного сечения и приложили к нему прежнее напряжение U . Какими станут при этом сила и мощность тока, сопротивление проводника?

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.

Сила тока в проводнике	Мощность тока	Сопротивление проводника

Ответ: _____

Задание 19

На рисунке представлен фрагмент Периодической системы элементов Д. И. Менделеева.

	I	II	III
1	1 Н 1,00797 Водород		
2	3 Li 6,939 Литий 1 2	4 Be 9,0122 Бериллий 2 2	5 B 10,811 Бор 3 2
3	11 Na 22,9898 1 8 Натрий 2	12 Mg 24,312 2 8 Магний 2	13 Al 26,9815 3 8 Алюминий 2

Укажите число электронов в атоме бора В.

Ответ: _____

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Задание 20

Металлическую пластину освещают светом с энергией фотонов 6,2 эВ. Работа выхода для металла пластины равна 2,5 эВ. Какова максимальная кинетическая энергия образовавшихся фотоэлектронов? (Ответ дать в электронвольтах.)

Ответ: _____

Задание 21

Установите соответствие между определением физического явления и названием явления, к которому оно относится.

К каждому элементу первого столбца подберите соответствующий элемент из второго и внесите в строку ответов выбранные цифры под соответствующими буквами

ФИЗИЧЕСКОЕ ЯВЛЕНИЕ

НАЗВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ

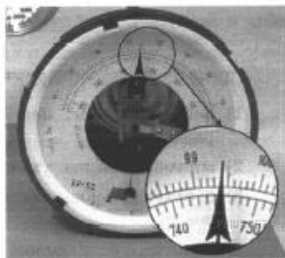
- А) Сложение в пространстве волн, при котором наблюдается устойчивая во времени картина усиления или ослабления результирующих световых колебаний в разных точках пространства.
 Б) Явление вырывания электронов из вещества под действием света.

- 1) Дифракция
- 2) Интерференция
- 3) Фотоэффект
- 4) Поляризация

Ответ: _____

Задание 22

С помощью барометра проводились измерения атмосферного давления. Верхняя шкала барометра проградуирована в кПа, а нижняя шкала — в мм рт. ст. Погрешность измерений давления равна цене деления шкалы барометра. Запишите в ответ величину атмосферного давления, выраженного в кПа, с учётом погрешности измерений. В ответе запишите значение и погрешность слитно без пробела.

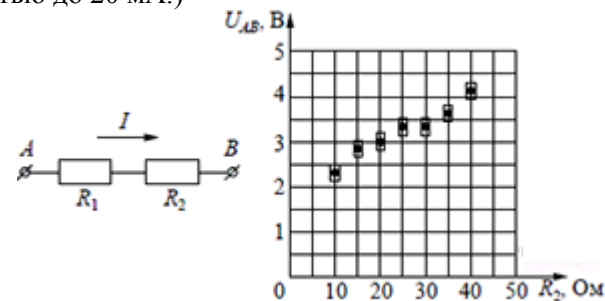


Ответ: _____

В бланк ответов № 1 перенесите только числа, не разделяя их пробелом или другим знаком.

Задание 23

На графике представлены результаты измерения напряжения на концах участка AB цепи постоянного тока, состоящего из двух последовательно соединённых резисторов, при различных значениях сопротивления резистора R_2 и неизменной силе тока I (см. рисунок). С учётом погрешностей измерений ($\Delta R = \pm 1$ Ом; $\Delta U = \pm 0,2$ В) найдите силу тока в цепи. (Ответ дайте в мА с точностью до 20 мА.)



Ответ: _____

Задание 24

Вам даны элементы орбит некоторых астероидов.

№	Название	Большая полуось, а. е.	Эксцентриситет ^{±±}	Наклонение орбиты, °
1	Дамокл	12	0,87	62
2	Харикло	16	0,17	23
3	Кибела	3,4	0,11	3,6
4	Касталия	1,1	0,48	8,9
5	Астрея	2,6	0,19	5,4
6	Гектор	5,2	0,022	18
7	1992 QB1	44	0,066	2,2

Выберите два утверждения, которые соответствуют приведённым астероидам.

- 1) Астероид Харикло движется между орбитами Сатурна и Урана.
- 2) Кибела, Касталия и Астрея – все астероиды главного пояса.
- 3) Дамокл выше всех поднимается над плоскостью эклиптики.
- 4) В перигелии своей орбиты Гектор более чем в два раза ближе к Солнцу, чем в афелии.
- 5) Период обращения 1992 QB1 вокруг Солнца более 300 лет.

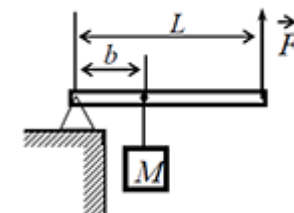
Ответ: _____

Часть 2

Ответом к заданиям 25–27 является число. Запишите это число в поле ответа в тексте работы, а затем перенесите в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 справа от номера соответствующего задания, начиная с первой клеточки. Каждый символ пишете в отдельной клеточке в соответствии с приведёнными в бланке образцами. Единицы измерения физических величин писать не нужно.

Задание 25

Груз удерживают на месте с помощью рычага, приложив вертикальную силу 400 Н (см. рисунок). Рычаг состоит из шарнира и однородного стержня массой 20 кг и длиной 4 м. Расстояние от оси шарнира до точки подвеса груза равно 1 м. Чему равна масса груза? Ответ приведите в килограммах.



Ответ: _____

Задание 26

Кусок льда, имеющий температуру 0 °С, помещён в калориметр с электронагревателем. Чтобы превратить этот лёд в воду температурой 20 °С, требуется количество теплоты 100 кДж. Какая температура установится внутри калориметра, если лёд получит от нагревателя количество теплоты 75 кДж? Теплоёмкостью калориметра и теплообменом с внешней средой пренебречь.

Ответ: _____

Задание 27

В пробирке содержатся атомы радиоактивных изотопов ванадия и хрома. Период полураспада ядер ванадия 16,1 суток, период полураспада ядер хрома 27,8 суток. Через 80 суток число атомов ванадия и хрома сравнялось. Во сколько раз вначале число атомов ванадия превышало число атомов хрома? Ответ укажите с точностью до первого знака после запятой.

Ответ: _____

Не забудьте перенести все ответы в БЛАНК ОТВЕТОВ № 1 в соответствии с инструкцией по выполнению работы.

Для записи ответов на задания 28–32 используйте БЛАНК ОТВЕТОВ № 2. Запишите сначала номер задания (28, 29 и т. д.), а затем решение соответствующей задачи. Ответы записывайте чётко и разборчиво.

Задание 28

Автомобиль приводится в движение двигателем, который соединяется с ведущими колёсами при помощи трансмиссии, обычно состоящей из сцепления, коробки передач и системы различных валов и шарниров. Сцепление позволяет отсоединять двигатель от коробки передач, что облегчает её переключение. Диск сцепления, соединённый с первичным валом коробки передач, прижимается к маховику двигателя мощными пружинами, что позволяет передавать крутящий момент в последующие элементы трансмиссии. По мере износа диска сцепления сила его прижатия к маховику уменьшается, и сцепление может начать «пробуксовывать». На каких передачах — «пониженных» или «повышенных» — следует двигаться в этом случае, чтобы добраться до ближайшей станции техобслуживания?

Справка: при движении автомобиля с определённой скоростью на «пониженных» передачах (1, 2, 3 ...) двигатель работает на больших оборотах, а на «повышенных» (4, 5, ...) — на меньших оборотах при той же скорости движения.

Задание 29

Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S = 100 \text{ см}^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T . Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на $h = 5 \text{ см}$. Найдите силу натяжения нити T .

Задание 30

В 2012 году зима в Подмоскowie была очень холодной, и приходилось использовать системы отопления дачных домов на полную мощность. В одном из них установлено газовое отопительное оборудование с тепловой мощностью 17,5 кВт и КПД 85%, работающее на природном газе — метане CH_4 . Сколько пришлось заплатить за газ хозяевам дома после месяца (30 дней) отопления в максимальном режиме? Цена газа составляла на этот период 3 рубля 30 копеек за 1 кубометр газа, удельная теплота сгорания метана 50,4 МДж/кг. Можно считать, что объём потреблённого газа измеряется счётчиком при нормальных условиях. Ответ округлите до целого числа рублей в меньшую сторону.

Задание 31

Электрон влетает в однородное магнитное поле с индукцией $4 \cdot 10^{-4} \text{ Тл}$ перпендикулярно линиям индукции этого поля и движется по окружности радиуса $R = 10 \text{ мм}$. Вычислите скорость электрона.

Задание 32

Вычислите массу радиоактивных продуктов деления ядер урана, накапливающихся в ядерном реакторе тепловой мощностью $3 \cdot 10^9 \text{ Вт}$ за сутки, принимая выделение энергии при делении ядра урана 235 равным 200 МэВ.

Система оценивания экзаменационной работы по физике**Задания 1–27**

За правильный ответ на каждое из заданий 1–4, 8–10, 13–15, 19, 20, 22, 23, 25–27 ставится по 1 баллу. Эти задания считаются выполненными верно, если правильно указаны требуемое число, два числа или слово.

Каждое из заданий 5–7, 11, 12, 16–18 и 21, 24 оценивается в 2 балла, если верно указаны оба элемента ответа; в 1 балл, если допущена одна ошибка; в 0 баллов, если оба элемента указаны неверно. Если указано более двух элементов (в том числе, возможно, и правильные) или ответ отсутствует, – 0 баллов.

№ задания	Ответ
1	1,5
2	5
3	200
4	2
5	14
6	212
7	24
8	1,89
9	30
10	60
11	14
12	12
13	0,5
14	1
15	100
16	14
17	311
18	112
19	5
20	3,7
21	23
22	99,40,1
23	60
24	13
25	120
26	0
27	4,3

Часть 2

28. 1. При износе диска сцепления и уменьшении силы его прижатия к маховику согласно закону Амонтона — Кулона уменьшаются максимальная сила трения и её момент, вращающий первичный вал коробки передач, что приводит к пробуксовке сцепления на режимах движения с использованием максимальной мощности двигателя.

2. Мощность силы равна произведению модуля этой силы на модуль скорости перемещения точки её приложения, поэтому при уменьшении максимальной силы трения для сохранения величины мощности, передаваемой по трансмиссии, необходимо увеличивать скорость вращения диска сцепления, то есть обороты двигателя.

3. Таким образом, при заданных условиях движения и, соответственно, мощности, передаваемой на колеса, следует при возникновении пробуксовки сцепления переходить с повышенных передач на пониженные, когда двигатель при той же скорости движения автомобиля работает на более высоких оборотах.

29. Поскольку масса системы вода — шар постоянна, её вес в равновесных состояниях один и тот же (в переходном процессе при всплытии шара, когда происходит смещение центра масс, вес системы отличается от равновесного).

До перерезания нити сила давления на дно сосуда равна $\rho g H \cdot S - T$ после всплытия шара — $\rho g(H-h) \cdot S$. Приравнивая эти силы, получаем

$$\rho g H \cdot S - T = \rho g(H-h) \cdot S; T = \rho g h S = 1000 \cdot 10 \cdot 0,05 \cdot 0,01 = 5 \text{ Н.}$$

Ответ: 5 Н

30. Метан имеет молярную массу $\mu=16$ г/моль. Согласно уравнению Клапейрона — Менделеева, плотность метана ρ при нормальных условиях (температура $T=273\text{K}$ давление $p=10^5\text{Па}$) равна

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p\mu}{RT} = \frac{10^5 \cdot 0,016}{8,31 \cdot 273} \approx 0,705 \text{ кг/м}^3.$$

Удельная теплота сгорания метана в пересчёте на кубометр газа равна $q=50,4 \cdot 0,705 \approx 35,5$ МДж/м³. КПД газового отопительного оборудования $\eta=0,85$, а тепловая мощность установки $N=17,5$ кВт, поэтому мощность, выделяющаяся при сгорании газа, равна $N_{\text{затр}}=N/\eta \approx 20,6$ кВт.

Таким образом, за месяц (30 суток по 86400 секунд) потребление энергии составит

$$Q = N_{\text{затр}} \cdot 86400 \cdot 30 \approx 5,34 \cdot 10^{10} \text{ Дж} \approx 53400 \text{ МДж.}$$

Объём потребленного за месяц газа будет равен

$$V = \frac{Q}{q} = \frac{53400}{35,5} \approx 1504 \text{ м}^3,$$

а его стоимость равна $1504 \cdot 3,30 \approx 4963$ рубля.

Ответ: хозяевам пришлось заплатить за месяц отопления дома газом 4963 рубля.

31.

Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула
Записано уравнение, связывающее на основе второго закона Ньютона силу Лоренца, действующую на электрон, с модулем центростремительного ускорения:	$evB = \frac{mv^2}{R}$.
Уравнение преобразовано к виду, устанавливающему связь между скоростью электрона и радиусом орбиты:	$v = \frac{eBR}{m}$.
Подставлены значения физических величин и получен ответ в числовой форме:	$v = \frac{1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^{-4} \cdot 10^{-2}}{9,1 \cdot 10^{-31}} \text{ м/с} \approx 7 \cdot 10^5 \text{ м/с.}$

32.

Содержание этапа решения	Чертёж, график, формула
Масса продуктов деления равна произведению массы m_0 ядра урана на число N ядер, испытавших деление за 1 сутки:	$m = Nm_0$.
Для определения числа N ядер найдем энергию, выделяющуюся в ядерном реакторе за сутки: Энергия E_0 , выделяющаяся при делении одного ядра урана, равна:	$E = Pt, E = 3 \cdot 10^9 \text{ Вт} \cdot 86400 \text{ с} \approx 2,6 \cdot 10^{14} \text{ Дж.}$ $E_0 = 200 \cdot 1,6 \cdot 10^{-13} \text{ Дж} = 3,2 \cdot 10^{-11} \text{ Дж}$
Число N ядер, испытавших деление за 1 сутки, равно: Вычисляем массу N ядер урана:	$N = \frac{E}{E_0} = \frac{2,6 \cdot 10^{14}}{3,2 \cdot 10^{-11}} \approx 8,1 \cdot 10^{24}.$ $m \approx 8,1 \cdot 10^{24} \cdot 235 \cdot 1,66 \cdot 10^{-27} \text{ кг} \approx 3,2 \text{ кг.}$