

Материалы подготовлены Струговой Еленой Владимировной, учителем физики МБОУ СОШ № 24 г. Коврова

1. Задачи с астрономическим содержанием в заданиях ВПР, ОГЭ и ЕГЭ – стр. 1, 12, 18
2. Задачи по физике с астрономическим содержанием – стр. 25
3. Задачи по астрономии – стр. 29

1. Задачи с астрономическим содержанием в заданиях ВПР, ОГЭ и ЕГЭ

ВПР

№1. Прочитайте текст и выполните задания.

Солнечная система

Центральным объектом Солнечной системы является звезда Солнце. В Солнце сосредоточена подавляющая часть всей массы системы (около 99,866%); оно удерживает своим тяготением планеты и прочие тела, принадлежащие к Солнечной системе и вращающиеся вокруг Солнца. В таблице приведены основные характеристики планет Солнечной системы.

Таблица.

Сравнительная таблица некоторых параметров планет

Планета	Масса*	Расстояние до Солнца*	Время обращения вокруг Солнца*	Время обращения вокруг своей оси*	Средняя плотность, кг/м ³
Меркурий	0,06	0,38	0,241	58,6	5427
Венера	0,82	0,72	0,615	243	5243
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	5515
Марс	0,11	1,52	1,88	1,03	3933
Юпитер	318	5,20	11,86	0,414	1326
Сатурн	95	9,54	29,46	0,426	687
Уран	14,6	19,22	84,01	0,718	1270
Нептун	17,2	30,06	164,79	0,671	1638

* Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Земли.

РЕШУЕГЭ.РФ

Между орбитами Марса и Юпитера находится главный пояс астероидов — малых планет. Астероидов много; они сталкиваются, дробятся, изменяют орбиты друг друга, так что некоторые осколки при своём движении пересекают орбиту Земли.

Прохождение осколков (метеорных тел) через земную атмосферу выглядит с поверхности Земли как «падающие звезды». В редких случаях прохождения более крупных осколков можно наблюдать летящий по небу огненный шар. Это явление называют болидом.

Двигаясь в атмосфере, твёрдое тело нагревается вследствие торможения, и вокруг него образуется обширная светящаяся оболочка, состоящая из горячих газов. От сильного сопротивления воздуха метеорное тело нередко раскалывается, и его осколки — метеориты с грохотом падают на Землю.

Вопрос 1. Можно ли наблюдать такое явление, как болид, находясь на Луне? Ответ поясните.

Решение.

Возможный ответ:

1. Нельзя.
2. У Луны отсутствует собственная атмосфера. Космические тела, падающие на поверхность Луны, в процессе падения не будут нагреваться (и светиться) из-за отсутствия сил сопротивления.

Источник: Демонстрационная версия ВПР по физике 11 класс 2017 год.

Вопрос 2. Можно ли наблюдать такое явление, как болид, находясь на Марсе? Ответ поясните.

Решение.

У Марса очень разреженная атмосфера. Метеориты падают на поверхность Марса, практически не замедляясь и не сгорая в атмосфере. Космические тела, падающие на поверхность Марса, в процессе падения не будут нагреваться (и светиться) из-за очень маленьких сил сопротивления.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 2.

Вопрос 3. Какой из параметров, указанных в таблице, увеличивается по мере удаления планеты от Солнца?

Решение.

Из таблицы видно, что по мере увеличения расстояния до Солнца увеличивается время обращения вокруг Солнца.

Ответ: время обращения вокруг Солнца.

Источник: Демонстрационная версия ВПР по физике 11 класс 2017 год.

Вопрос 4. Какой из параметров, указанных в таблице, уменьшается по мере приближения планеты к Солнцу?

Решение.

Из таблицы видно, что по мере уменьшения расстояния до Солнца уменьшается время обращения вокруг Солнца.

Ответ: время обращения вокруг Солнца.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 2.

Вопрос 5. Определите длительность суток на Юпитере. Ответ выразите в часах и округлите до целого числа.

Решение.

Из таблицы находим, что длительность суток на Юпитере составляет 0,414 от длительности суток на Земле, то есть от 24 часов: $0,414 \cdot 24 \text{ ч} \approx 10 \text{ ч}$.

Ответ: 10 ч

Источник: Демонстрационная версия ВПР по физике 11 класс 2017 год.

Вопрос 6. Определите длительность года на Марсе. Ответ выразите в днях и округлите до целого числа, за год на Земле считать не високосный.

Решение.

Из таблицы находим, что длительность года на Марсе составляет 1,88 от длительности года на Земле: $1,88 \cdot 365 \text{ дней} \approx 686 \text{ дней}$.

Ответ: 686 дней.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 2.

№ 2. Прочитайте текст и выполните задания.

Солнечная система

Солнечная система — планетная система, включающая в себя центральную звезду — Солнце — и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг Солнца. Она сформировалась путём гравитационного сжатия газопылевого облака примерно 4,57 млрд. лет назад.

Большая часть массы объектов Солнечной системы приходится на Солнце; остальная часть содержится в восьми относительно уединённых планетах, имеющих почти круговые орбиты и располагающихся в пределах почти плоского диска — плоскости эклиптики. В таблице приведены основные характеристики планет Солнечной системы.

Таблица.

Сравнительная таблица некоторых параметров планет

Планета	Масса*	Расстояние до Солнца*	Время обращения вокруг Солнца*	Время обращения вокруг своей оси*	Средняя плотность, кг/м ³	Орбитальная скорость, км/сек
Меркурий	0,06	0,38	0,241	58,6	5427	48,8
Венера	0,82	0,72	0,615	243	5243	35
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	5515	29,8
Марс	0,11	1,52	1,88	1,03	3933	24,2
Юпитер	318	5,20	11,86	0,414	1326	13,6
Сатурн	95	9,54	29,46	0,426	687	9,7
Уран	14,6	19,22	84,01	0,718	1270	6,8
Нептун	17,2	30,06	164,79	0,671	1638	5,4

*Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Земли.

РЕШУЕГЭ.РФ

В Солнечной системе астрономами зарегистрировано несколько десятков метеорных потоков. Метеорные рои занимают чётко определённые орбиты в космическом пространстве, и их потоки наблюдаются в строго определённое время года, когда Земля проходит точку пересечения орбит Земли и роя. Метеорный поток, как правило, получает своё название по созвездию, в котором расположен. Орбиты некоторых метеорных роёв очень близки к орбитам существующих или существовавших в прошлом комет и, по мнению учёных, образовались в результате их распада. Например, Ориониды и эта-Аквариды связаны с кометой Галлея.

Прохождение метеорных тел через земную атмосферу выглядит с поверхности Земли как «падающие звёзды». Подлетая к Земле, метеор оказывается в атмосфере. От трения он сильно нагревается и начинает ярко светиться. Большая часть метеоров сгорает и гаснет, не долетев до Земли. Метеорный поток большой интенсивности называют звёздным или метеорным дождём.

Вопрос 1. Можно ли наблюдать такое явление, как звёздный дождь, находясь на Луне? Ответ поясните.

Решение.

1. Нельзя, так как метеоры видны только при движении в атмосфере, а на Луне атмосферы нет.
2. У Луны отсутствует атмосфера. Космические тела, падающие на поверхность Луны, в процессе падения не будут нагреваться (и светиться) из-за отсутствия сил трения.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 1.

Вопрос 2. Какой из параметров, указанных в таблице, уменьшается по мере удаления планет от Солнца?

Решение.

Из таблицы видно, что по мере удаления от солнца уменьшается скорость движения по орбите вокруг солнца.

Ответ: орбитальная скорость.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 1.

Вопрос 3. Какой из параметров, указанных в таблице, уменьшается по мере увеличения скорости движения планет вокруг Солнца?

Решение.

Из таблицы видно, что по мере увеличения скорости движения планет вокруг Солнца уменьшается расстояние до Солнца.

Ответ: расстояние до Солнца.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 2.

Вопрос 4. Определите длительность года на Венере. Ответ округлите до целого числа.

Решение.

Из таблицы находим, что время обращения Венеры вокруг Солнца составляет 0,615 от земного, то есть от 365 суток: $0,615 \cdot 365 \text{ суток} = 224,475 \text{ суток} \approx 224 \text{ суток}$

Ответ: 224 суток.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 1.

№3. Прочитайте текст и выполните задания.

Солнечная система

Солнечная система — планетная система, включающая в себя центральную звезду — Солнце — и все естественные космические объекты, обращающиеся вокруг Солнца. Она сформировалась путём гравитационного сжатия газопылевого облака примерно 4,57 млрд лет назад.

Большая часть массы объектов Солнечной системы приходится на Солнце; остальная часть содержится в восьми относительно уединённых планетах, имеющих почти круговые орбиты и располагающихся в пределах почти плоского диска — плоскости эклиптики. В таблице приведены основные характеристики планет Солнечной системы.

Таблица.

Сравнительная таблица некоторых параметров планет

Планета	Масса*	Расстояние до Солнца*	Время обращения вокруг Солнца*	Время обращения вокруг своей оси*	Средняя плотность, кг/м³
Меркурий	0,06	0,38	0,241	58,6	5427
Венера	0,82	0,72	0,615	243	5243
Земля	1,0	1,0	1,0	1,0	5515
Марс	0,11	1,52	1,88	1,03	3933
Юпитер	318	5,20	11,86	0,414	1326
Сатурн	95	9,54	29,46	0,426	687
Уран	14,6	19,22	84,01	0,718	1270
Нептун	17,2	30,06	164,79	0,671	1638

*Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Земли.

РЕШУЕГЭ.РФ

Солнечное затмение — астрономическое явление, которое заключается в том, что Луна закрывает полностью или частично Солнце от наблюдателя на Земле. Солнечное затмение возможно только в новолуние, когда сторона Луны, обращённая к Земле, не освещена, и сама Луна не видна. Тень Луны на земной поверхности не превышает в диаметре 270 км, поэтому солнечное затмение наблюдается только в узкой полосе на пути тени.

Если наблюдатель находится в полосе тени, он видит полное солнечное затмение, при котором Луна полностью скрывает Солнце, небо темнеет, и на нём могут появиться планеты и яркие звёзды. Вокруг скрытого Луной солнечного диска можно наблюдать солнечную корону, которая при обычном ярком свете Солнца не видна. При наблюдении затмения неподвижным наземным наблюдателем полная фаза длится не более нескольких минут.

Вопрос 1. Определите длительность суток на Уране. Ответ запишите в часах и округлите до целого числа.

Решение.

Из таблицы находим, что длительность суток (время обращения вокруг своей оси) на Уране составляет 0,718 от земного, то есть от 24 часов: $0,718 \cdot 24 \text{ ч} = 17,232 \text{ ч} \approx 17 \text{ ч}$.

Ответ: 17 ч.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 2.

Вопрос 2. Можно ли наблюдать такое явление, как солнечное затмение, находясь на Меркурии? Ответ поясните.

Решение.

1. Нельзя.

2. На Меркурии нет спутников.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 2.

№4. Прочитайте текст и выполните задания.

Звезда — массивный газовый шар, излучающий свет и удерживаемый в равновесии силами собственной гравитации и внутренним давлением. Звёзды различаются по размеру, температуре и яркости.

Ближайшей к Земле звездой является Солнце, средний диаметр которого равен $1,392 \cdot 10^9$ м, а масса $1,9885 \cdot 10^{30}$ кг. В таблице приведены основные характеристики некоторых звёзд.

Сравнительная таблица некоторых параметров звёзд

Звезда	Температура поверхности, К	Диаметр*	Масс*	Плотность, кг/м ³	Расстояние от Земли, св. год
Сириус В	9400	0,02	0,89	52 000 000	8,8
Солнце	5800	1	1	1410	0,000015
Вега	12000	2,2	2,8	280	26,4
Спика	20000	5	11	140	156
τ Ориона	28000	7	27	130	—
Арктур	4200	26	11	1	36,2
Канопус	8000	85	50	0,11	181
Антарес	3200	328	50	0,0014	171

* Параметры в таблице указаны в отношении к аналогичным данным Солнца.

Время жизни звёзд составляет миллионы или миллиарды лет и состоит из нескольких этапов. Звёзды образуются из газово-пылевой среды (главным образом из водорода и гелия) в результате гравитационного сжатия. Затем в звезде начинаются реакции превращения водорода в гелий.

После выгорания водорода в звёздах массой менее 0,5 солнечной массы термоядерные реакции в их ядрах прекратятся, и они, постепенно остывая и сжимаясь, будут продолжать слабо излучать в инфракрасном и микроволновом диапазонах электромагнитного спектра.

У звёзд средней величины (от 0,5 до 3,4 солнечных масс) масса достаточно велика для того, чтобы обеспечить новую фазу гравитационного сжатия до степени, достаточной для начала реакции синтеза более тяжёлых элементов из гелия. Если масса звезды менее 1,44 солнечной, то она превратится в белый карлик. Если масса звезды превышает этот предел, то она становится нейтронной звездой, в которой размер измеряется несколькими километрами, а плотность в 100 млн раз превышает плотность воды. Однако не все подобные космические тела становятся таковыми. Некоторые, чаще всего наиболее крупные по параметрам (больше 2,5-3 масс Солнца), переходят в разряд чёрных дыр в результате коллапса.

Вопрос 1. Одна из звёзд, приведённых в таблице, является белым карликом. Какая это звезда? Ответ поясните.

Решение.

1. Сириус В.

2. Масса двух звёзд — Сириуса В и Солнца — от 0,5 до 1,44 солнечной массы, но Солнце белым карликом не является.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 5.

Вопрос 2. Укажите количество звёзд, приведённых в таблице, у которых температура поверхности больше, чем у Солнца.

Решение.

Из данных приведенных в таблице видно, что температура больше чем у Солнца у 5 звезд: Сириус В, Вега, Спика, тау Ориона и Канопуса.

Ответ: 5.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 5.

Вопрос 3. Определите диаметр Веги. Ответ округлите до двух значащих цифр и запишите в метрах.

Решение.

Из данных приведенных в таблице диаметр Веги равен 2,2 солнечных, то есть

$$2,2 \cdot 1,392 \cdot 10^9 \text{ м} = 3,0624 \cdot 10^9 \text{ м} = 3,1 \cdot 10^9 \text{ м}$$

Ответ: $3,1 \cdot 10^9 \text{ м}$

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 5.

№5. Прочитайте перечень понятий, с которыми вы сталкивались в курсе физики:

Ньютон, Планк, Солнце, Эйнштейн, метеорит, спутник.

Разделите эти понятия на две группы по выбранному вами признаку. Запишите в таблицу название каждой группы и понятия, входящие в эту группу.

Название группы понятий	Перечень понятий

Решение.

Возможный ответ:

Ученые — Ньютон, Планк, Эйнштейн.

Космические объекты — Солнце, метеорит, спутник.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 19.

№6. Прочитайте перечень понятий, с которыми вы сталкивались в курсе физики:

Фок, звезда, Карно, астероид, Максвелл, Луна.

Разделите эти понятия на две группы по выбранному вами признаку. Запишите в таблицу название каждой группы и понятия, входящие в эту группу.

Название группы понятий	Перечень понятий

Решение.

Возможный ответ:

Ученые — Фок, Карно, Максвелл.

Космические объекты — звезда, астероид, Луна.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 20.

№7. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке возрастания их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) инфракрасное излучение
- 3) видимое излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наименьшая частота из предложенных у инфракрасного излучения, наибольшая — у рентгеновского.

Ответ: 231

Источник: Демонстрационная версия ВПР по физике 11 класс 2017 год.

№8. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке возрастания их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) ультрафиолетовое излучение
- 2) инфракрасное излучение
- 3) радиоволны

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наименьшая частота из предложенных у радиоволнового излучения, наибольшая — у ультрафиолетового.

Ответ: 321.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 1.

№9. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке убывания их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) гамма-излучение
- 2) радиоволны
- 3) видимое излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наименьшая частота из предложенных у радиоволнового излучения, наибольшая — у гамма-излучения.

Ответ: 132.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 2.

№10. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке возрастания их длины волны. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) радиоволны
- 2) рентгеновское излучение
- 3) ультрафиолетовое излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая длина волны из предложенных у радиоволнового излучения, наименьшая — у рентгеновского.

Ответ: 231.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 5.

№11. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке убывания их длины. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) видимое излучение
- 2) инфракрасное излучение
- 3) гамма-излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая длина волны из предложенных у инфракрасного излучения, наименьшая — у гамма-излучения.

Ответ: 213.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 6.

№12. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке возрастания их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) ультрафиолетовое излучение

- 2) радиоволны
- 3) гамма-излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая частота из предложенных у гамма-излучения, наименьшая — радиоволн.

Ответ: 213.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 1.

№13. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке возрастания их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) видимый свет
- 2) гамма-излучение
- 3) инфракрасное излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наименьшая частота из предложенных у инфракрасного излучения, наибольшая — у гамма-излучения.

Ответ: 312.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 2.

№14. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке уменьшения их частоты. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) гамма-излучение
- 3) инфракрасное излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наименьшая частота из предложенных у инфракрасного излучения, наибольшая — у гамма-излучения.

Ответ: 213.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 3.

№15. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке увеличения энергии фотонов. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) радиоволны
- 3) ультрафиолетовое излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая энергия фотонов из предложенных у рентгеновского излучения, наименьшая — у радиоволнового излучения.

Ответ: 231.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 4.

№16. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке уменьшения энергии фотонов. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) рентгеновское излучение
- 2) радиоволны
- 3) ультрафиолетовое излучение

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая энергия фотонов из предложенных у рентгеновского излучения, наименьшая — у радиоволнового излучения.

Ответ: 132.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 5.

№17. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке увеличения энергии фотонов. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) микроволновое излучение
- 2) гамма-излучение
- 3) видимый свет

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая энергия фотонов из предложенных у гамма-излучения, наименьшая — у микроволнового излучения.

Ответ: 132.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 6.

№18. Расположите виды электромагнитных волн, излучаемых Солнцем, в порядке уменьшения энергии фотонов. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) микроволновое излучение
- 2) гамма-излучение
- 3) видимый свет

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая энергия фотонов из предложенных у гамма-излучения, наименьшая — у микроволнового излучения.

Ответ: 231.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 7.

№19. Расположите виды электромагнитных волн видимого света, излучаемых Солнцем, в порядке уменьшения длины волны. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) голубые
- 2) зеленые
- 3) фиолетовые

Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая длина волны из предложенных у зеленого, наименьшая — у фиолетового.

Ответ: 213.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 23.

№20. Расположите виды электромагнитных волн видимого света, излучаемых Солнцем, в порядке увеличения длины волны. Запишите в ответе соответствующую последовательность цифр.

- 1) желтые
- 2) красные
- 3) фиолетовые

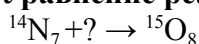
Решение.

В соответствии со шкалой электромагнитных волн наибольшая длина волны из предложенных у красного, наименьшая — у фиолетового.

Ответ: 312.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 24.

№21. В недрах Солнца одной из ядерных реакций является синтез кислорода. Уравнение реакции приведено ниже.



Какая элементарная частица, обозначенная знаком вопроса, участвует в реакции (это может быть электрон, протон или нейтрон)?

Решение.

При термоядерной реакции суммарный заряд и суммарная масса реагентов в левой части уравнения должны быть равны суммарному заряду и суммарной массе продуктов реакции в правой части уравнения. В нашем случае у нас недостаток массы в $15 - 14 = 1$ а. е. м. и в $8 - 7 = 1$ зарядовое число, значит реагентом должен быть протон, чтобы уравнение было верным.

Ответ: протон.

Источник: А. П. Дремов. Физика 11 класс, подготовка к ВПР. Вариант 4.

№22. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. Для каждого примера проявления физических явлений из первого столбца подберите соответствующее название физического явления из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

А) молния

Б) предмет, брошенный вверх, падает на землю

1) гравитация Земли

2) накопление электрического заряда в атмосфере

3) диффузия

4) поверхностное натяжение

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Решение.

Молния — это гигантский электрический разряд в атмосфере. (А — 2)

Предметы падают на землю из-за гравитации Земли. (Б — 1)

Ответ: 21.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 3.

№23. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. Для каждого примера проявления физических явлений из первого столбца подберите соответствующее название физического явления из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

А) свет от лампочки освещает комнату

Б) отливы воды в море

1) гравитация Земли

2) накопление электрического заряда в атмосфере

3) гравитация Луны

4) распространение света в атмосфере

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Решение.

Свет от лампочки освещает комнату из-за свойств света распространяться в атмосфере. (А — 4)

На морские отливы воды влияет гравитация Луны. (Б — 3)

Ответ: 43.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 4.

№24. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. Для каждого примера проявления физических явлений из первого столбца подберите соответствующее название физического явления из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

А) свечение метеорита в атмосфере земли

1) теплопередача

Б) если подержать в руках холодную воду с холодильника, то она станет температуры тела

- 2) сила трения в атмосфере
- 3) скопление в воздухе в нижних слоях атмосферы ледяных кристалликов
- 4) переход веществ из жидкого состояния в твердое

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Решение.

Свечение метеорита в атмосфере происходит из-за наличия трения в атмосфере. (А — 2)

Потепление холодной воды в руках связано со свойством теплопередачи тел. (Б — 1)

Ответ: 21.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 9.

№25. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. Для каждого примера проявления физических явлений из первого столбца подберите соответствующее название физического явления из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

- А) наличие приливов в море
- Б) пар от кипящей воды

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1) магнитные свойства металлов
- 2) гравитация Луны
- 3) вещество поглощает излучение в разных частях видимого спектра
- 4) переход из жидкого состояния в газообразное

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Решение.

Наличие приливов в море обусловлено гравитацией Луны. (А — 2)

Пар от кипящей жидкости связан с свойством жидкости при нагревании переходить в газообразное состояние. (Б — 4)

Ответ: 24.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 14.

№26. Установите соответствие между примерами и физическими явлениями, которые эти примеры иллюстрируют. Для каждого примера проявления физических явлений из первого столбца подберите соответствующее название физического явления из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

- А) отливы воды в море
- Б) свечение метеорита в атмосфере земли

ФИЗИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ

- 1) гравитация Луны
- 2) распространение света в атмосфере
- 3) накопление электрического заряда в атмосфере
- 4) сила трения в атмосфере

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б

Решение.

На морские отливы воды влияет гравитация Луны. (А — 1)

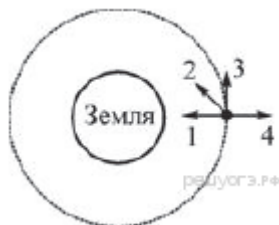
Свечение метеорита в атмосфере происходит из-за наличия трения в атмосфере. (Б — 4)

Ответ: 14.

Источник: РЕШУ ВПР: Вариант для подготовки 16.

ОГЭ

№1. Спутник летит по круговой орбите вокруг Земли с выключенными двигателями (см. рисунок). Влияние атмосферы пренебрежимо мало. С каким из указанных на рисунке векторов совпадает направление равнодействующей всех сил, приложенных к спутнику?



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

Решение.

Поскольку спутник летит с выключенными двигателями, а влиянием атмосферы на него, по условию, можно пренебречь, заключаем, что спутник движется только под действием силы притяжения со стороны Земли. Согласно закону Всемирного тяготения эта сила направлена к центру планеты. Следовательно, направление равнодействующей всех сил, приложенных к спутнику, совпадает с вектором 1.

Ответ: 1.

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 20.02.2013 вариант ФИ9401.

№2. Между двумя небесными телами одинаковой массы, находящимися на расстоянии r друг от друга, действуют силы притяжения величиной F_1 . Если расстояние между телами уменьшить в 2 раза, то величина силы притяжения F_2 будет связана с F_1 соотношением

- 1) $F_1 = 4F_2$
- 2) $F_2 = 4F_1$
- 3) $F_1 = F_2$
- 4) $F_1 = 2F_2$

Решение.

Между небесными телами действуют гравитационные силы. Модуль силы гравитационного взаимодействия обратно пропорционален квадрату расстояния между телами. Следовательно, при уменьшении расстояния между телами сила взаимодействия возрастёт в 4 раза.

Ответ: 2.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 02.02.2015 вариант ФИ90302.

№3.

Полярные сияния

Полярное сияние — одно из самых красивых явлений в природе. Формы полярного сияния очень разнообразны: то это своеобразные светлые столбы, то изумрудно-зелёные с красной бахромой пылающие длинные ленты, расходящиеся многочисленные лучи-стрелы, а то и просто бесформенные светлые, иногда цветные пятна на небе.

Причудливый свет на небе сверкает, как пламя, охватывая порой больше чем полнеба. Эта фантастическая игра природных сил длится несколько часов, то угасая, то разгораясь.

Полярные сияния чаще всего наблюдаются в приполярных регионах, откуда и происходит это название. Полярные сияния могут быть видны не только на далёком Севере, но и южнее. Например, в 1938 году полярное сияние наблюдалось на южном берегу Крыма, что объясняется увеличением мощности возбудителя свечения — солнечного ветра.

Начало изучению полярных сияний положил великий русский учёный М. В. Ломоносов, высказавший гипотезу о том, что причиной этого явления служат электрические разряды в разреженном воздухе.

Опыты подтвердили научное предположение учёного.

Полярные сияния — это электрическое свечение верхних очень разреженных слоёв атмосферы на высоте (обычно) от 80 до 1000 км. Свечение это происходит под влиянием быстро движущихся электрически заряженных частиц (электронов и протонов), приходящих от Солнца. Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Столкновения быстрых электронов и протонов с атомами кислорода и азота приводят атомы в возбуждённое состояние. Выделяя избыток энергии, атомы кислорода дают яркое излучение в зелёной и красной областях спектра, молекулы азота — в фиолетовой. Сочетание всех этих излучений и придаёт полярным сияниям красивую, часто меняющуюся окраску. Такие процессы могут происходить только в верхних слоях атмосферы, потому что, во-первых, в нижних плотных слоях столкновения атомов и молекул воздуха друг с другом сразу отнимают у них энергию, получаемую от солнечных частиц, а во-вторых, сами космические частицы не могут проникнуть глубоко в земную атмосферу.

Полярные сияния происходят чаще и бывают ярче в годы максимума солнечной активности, а также в дни появления на Солнце мощных вспышек и других форм усиления солнечной активности, так как с её повышением усиливается интенсивность солнечного ветра, который является причиной возникновения полярных сияний.

Вопрос 1. Полярным сиянием называют

- А) миражи на небе;
- Б) образование радуги;
- В) свечение некоторых слоев атмосферы.

Правильным ответом является

- 1) только А
- 2) только Б
- 3) только В
- 4) Б и В

Решение.

Полярным сиянием называют свечение некоторых слоев атмосферы, возникающее при взаимодействии с заряженными частицами солнечного ветра.

Ответ: 3.

Примечание.

Заряженные частицы, летящие из космоса,двигающиеся вдоль магнитных линий Земли, сталкиваются с частицами атмосферы, вызывая свечение последних. Проекция этих светящихся колец на поверхность Земли называются полярным сиянием.

Источник: ГИА по физике. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 1329.

Вопрос 2. В каких частях земной атмосферы наблюдается наибольшая активность полярных сияний?

- 1) только около Северного полюса
- 2) только в экваториальных широтах
- 3) около магнитных полюсов Земли
- 4) в любых местах земной атмосферы

Решение.

Взаимодействие солнечного ветра с магнитным полем Земли приводит к повышенной концентрации заряженных частиц в зонах, окружающих геомагнитные полюса Земли. Именно в этих зонах и наблюдается наибольшая активность полярных сияний.

Ответ: 3.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.05.2015 вариант ФИ90801.

Вопрос 3. Можно ли утверждать, что Земля — единственная планета Солнечной системы, где возможны полярные сияния? Ответ поясните.

Решение.

Ответ: нельзя утверждать, что Земля — единственная планета Солнечной системы, где можно наблюдать полярные сияния.

Объяснение: если планета имеет собственное магнитное поле и атмосферу, то вероятность возникновения полярных сияний очень велика.

Источник: ГИА по физике. Основная волна. Дальний Восток. Вариант 1329.

№4.

Полярные сияния

В период активности на Солнце наблюдаются вспышки. Вспышка представляет собой нечто подобное взрыву, в результате образуется направленный поток очень быстрых заряженных частиц (электронов, протонов и др.). Потоки заряженных частиц, несущихся с огромной скоростью, изменяют магнитное поле Земли, то есть приводят к появлению магнитных бурь на нашей планете.

Захваченные магнитным полем Земли заряженные частицы движутся вдоль магнитных силовых линий и наиболее близко к поверхности Земли проникают в области магнитных полюсов Земли. В результате столкновений заряженных частиц с молекулами воздуха возникает электромагнитное излучение — полярное сияние.

Цвет полярного сияния определяется химическим составом атмосферы. На высотах от 300 до 500 км, где воздух разрежен, преобладает кислород. Цвет сияния здесь может быть зеленым или красноватым. Ниже уже преобладает азот, дающий сияния ярко-красного и фиолетового цветов.

Наиболее убедительным доводом в пользу того, что мы правильно понимаем природу полярного сияния, является его повторение в лаборатории. Такой эксперимент, получивший название «Араке», был проведен в 1985 году совместно российскими и французскими исследователями.

В качестве лабораторий были выбраны две точки на поверхности Земли, лежащие вдоль одной и той же силовой линии магнитного поля. Этими точками служили в Южном полушарии французский остров Кергелен в Индийском океане и в Северном полушарии поселок Согра в Архангельской области. С острова Кергелен стартовала геофизическая ракета с небольшим ускорителем частиц, который на определенной высоте создал поток электронов. Двигаясь вдоль магнитной силовой линии, эти электроны проникли в Северное полушарие и вызвали искусственное полярное сияние над Согрой.

Вопрос 1. Магнитные бури на Земле представляют собой

- 1) вспышки радиоактивности
- 2) потоки заряженных частиц
- 3) быстрые и непрерывные изменения облачности
- 4) быстрые и непрерывные изменения магнитного поля планеты

Решение.

Из первого абзаца ясно, что магнитные бури на Земле представляют собой быстрые и непрерывные изменения магнитного поля планеты.

Ответ: 4.

Источник: Тренировочные варианты экзаменационных работ по физике. Е. Е. Камзеева, М. Ю. Демидова — 2013, вариант 5.

Вопрос 2. Согласно современным представлениям, полярные сияния на других планетах Солнечной системы могут иметь такую же природу, что и полярные сияния на Земле. На какой планете (каких планетах) из представленных в таблице можно наблюдать полярные сияния? Ответ поясните.

Название планеты	Наличие атмосферы	Наличие магнитного поля
Меркурий	отсутствует	слабое
Венера	плотная	отсутствует
Марс	разреженная	слабое

Решение.

Ответ: только на Марсе.

Объяснение: для наблюдения полярных сияний, имеющих ту же природу, что и полярные сияния на Земле, необходимо наличие двух факторов: магнитного поля и атмосферы у планеты. Такое условие выполняется только для Марса.

Источник: Типовые экзаменационные варианты по физике. Е. Е. Камзеева – 2013, вариант 4.

№5.

Приливы и отливы

Уровень поверхности океанов и морей периодически, приблизительно два раза в течение суток, изменяется. Эти колебания называются приливами и отливами. Во время прилива уровень воды в океане постепенно повышается и становится наивысшим. При отливе уровень воды постепенно понижается и становится наименьшим. При приливе вода течёт к берегам, а при отливе — от берегов.

Приливы и отливы образуются вследствие влияния на Землю таких космических тел, как Луна и Солнце. В соответствии с законом всемирного тяготения Луна и Земля притягиваются друг к другу. Это притяжение настолько велико, что поверхность океана стремится приблизиться к Луне, происходит прилив. При движении Луны вокруг Земли приливная волна как бы движется за ней. При достаточном удалении Луны от того места, где был прилив, волна отойдет от берега, и будет наблюдаться отлив.

Притяжение Земли Солнцем также приводит к образованию приливов и отливов. Однако поскольку расстояние от Земли до Солнца значительно больше расстояния от Земли до Луны, то воздействие Солнца на водную поверхность Земли существенно меньше.

Приливы отличаются друг от друга продолжительностью и высотой (величиной прилива).

Величина приливов достаточно разнообразна. Теоретически один лунный прилив равен 0,53 м, солнечный — 0,24 м, поэтому самый большой прилив должен быть равен 0,77 м. В открытом океане, около островов, величина приливов близка к этому значению. У материков величина приливов колеблется от 1,5 м до 2 м. Во внутренних морях приливы очень незначительны: в Чёрном море — 13 см, в Балтийском — 4,8 см.

Значение приливов очень велико для морского судоходства, для устройства портов. Каждая приливная волна несёт большую энергию, которая может быть использована.

Вопрос 1. Приливы образуются вследствие

А. притяжения Земли Луной

Б. притяжения Земли Солнцем

- 1) только А 2) только Б 3) и А, и Б 4) ни А, ни Б

Решение.

Как следует из текста приливы образуются вследствие притяжения Земли Луной и Солнцем.

Ответ: 3.

Примечание.

Вообще говоря, приливы образуются вследствие притяжения воды в океанах Луной и Солнцем. Но составители считают верным ответ 3.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 17.03.2015 вариант ФИ90402.

Вопрос 2. Какой прилив является более сильным: происходящий вследствие воздействия на водную поверхность Солнца или Луны? Ответ поясните.

Решение.

1. Луны.

2. Воздействие Солнца на водную поверхность Земли существенно меньше. Солнце по сравнению с Луной находится далеко от Земли, и различия в воздействии Солнца, связанные с размерами Земли, становятся менее заметными.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 17.03.2015 вариант ФИ90402.

№6.

Приливы и отливы

Солнце действует почти одинаковым образом на все, находящееся на Земле и внутри ее. Сила, с которой Солнце, притягивает, например, москвича в полдень, когда он ближе всего к Солнцу, почти не отличается от силы, действующей на него в полночь! Ведь расстояние от Земли до Солнца в десять тысяч раз больше земного диаметра, и увеличение расстояния на одну десятитысячную при повороте Земли вокруг своей оси пол-оборота практически не меняет силы притяжения. Поэтому Солнце сообщает почти одинаковые ускорения всем частям земного шара и всем телам на его поверхности.

Почти, но все, же не совсем одинаковые. Из-за этой-то небольшой разницы возникают приливы и отливы в океане. На обращенном к Солнцу участке земной поверхности сила притяжения несколько больше, чем это необходимо для движения этого участка по эллиптической орбите, а на противоположной стороне Земли – несколько меньше. В результате, согласно законам механики Ньютона, вода в океане на стороне, обращенной к Солнцу, немного выпучивается в направлении Солнца, а на противоположной стороне отступает от поверхности Земли. Возникают, как говорят, приливообразующие силы, растягивающие земной шар и придающие поверхности океанов, грубо говоря, форму эллипсоида.

Чем меньше расстояния между взаимодействующими телами, тем больше приливообразующие силы. Вот почему на форму Мирового океана Луна оказывает большее влияние, чем Солнце. Мы говорили о Солнце просто потому, что Земля вращается вокруг него и здесь легче понять причину деформации поверхности океанов. Если бы не было сцепления между частями земного шара, то приливообразующие силы разорвали бы его.

Приливная волна тормозит вращение Земли. Правда, этот эффект мал: за 100 лет сутки увеличиваются на тысячную долю секунды. Но, действуя миллиарды лет, силы торможения приведут к тому, что Земля будет повернута к Луне одной стороной, и дневные сутки станут равными лунному месяцу. С Луной это уже произошло. Луна заторможена в своем вращении настолько, что повернута к Земле все время одной стороной.

Вопрос 1. Когда на человека действует большая сила притяжения со стороны Солнца: в полдень или в полночь? Будем считать, что точность вычислений не превосходит 0,1%

- | | |
|--------------|---------------------------------------|
| 1) в полдень | 3) одинаковая и в полночь и в полдень |
| 2) в полночь | 4) зависит от положения Луны |

Вопрос 2. Почему Луна оказывает гораздо большее воздействие на возникновение приливов, чем Солнце?

- 1) расстояние до Луны гораздо меньше, чем до Солнца
- 2) размеры Солнца больше, чем у Луны
- 3) это зависит от периода обращения планет
- 4) Луна повернута к Земле одной стороной

Вопрос 3. Период обращения Луны вокруг Земли равен 27 сут. 7 ч 43 мин. Чему примерно равен лунный день?

- | | |
|----------------------------|----------------------------|
| 1) около 13,5 земных суток | 3) около 16 земных суток |
| 2) около 14,8 земных суток | 4) около 12,5 земных суток |

Ответ: 312

№7.

Альbedo Земли

Температура у поверхности Земли зависит от отражательной способности планеты — альbedo. Альbedo поверхности — это отношение потока энергии отражённых солнечных

лучей к потоку энергии падающих на поверхность солнечных лучей, выраженное в процентах или долях единицы. Альbedo Земли в видимой части спектра — около 40%. В отсутствие облаков оно было бы около 15%.

Альbedo зависит от многих факторов: наличия и состояния облачности, изменения ледников, времени года и соответственно от осадков. В 90-х годах XX века стала очевидна значительная роль аэрозолей — мельчайших твёрдых и жидких частиц в атмосфере. При сжигании топлива в воздух попадают газообразные оксиды серы и азота; соединяясь в атмосфере с капельками воды, они образуют серную, азотную кислоты и аммиак, которые превращаются потом в сульфатный и нитратный аэрозоли. Аэрозоли не только отражают солнечный свет, не пропуская его к поверхности Земли. Аэрозольные частицы служат ядрами конденсации атмосферной влаги при образовании облаков и тем самым способствуют увеличению облачности. А это, в свою очередь, уменьшает приток солнечного тепла к земной поверхности.

Прозрачность для солнечных лучей в нижних слоях земной атмосферы зависит также от пожаров. Из-за пожаров в атмосферу поднимается пыль и сажа, которые плотным экраном закрывают Землю и увеличивают альbedo поверхности.

Вопрос 1. Под альbedo поверхности понимают

- 1) общий поток падающих на поверхность Земли солнечных лучей
- 2) отношение потока энергии отраженного излучения к потоку поглощенного излучения
- 3) отношение потока энергии отраженного излучения к потоку падающего излучения
- 4) разность между падающей и отраженной энергией излучения

Вопрос 2. Какие утверждения справедливы?

А. Аэрозоли отражают солнечный свет и тем самым способствуют уменьшению альbedo Земли.

Б. Извержения вулканов способствуют увеличению альbedo Земли.

- | | |
|-------------|---------------|
| 1) только А | 3) и А, и Б |
| 2) только Б | 4) ни А, ни Б |

Вопрос 3. В таблице приведены некоторые характеристики планет Солнечной системы — Венеры и Марса. Известно, что альbedo Венеры $A = 0,76$, а альbedo Марса $A = 0,15$. Какая из характеристик, главным образом, повлияла на различие в альbedo планет?

Характеристики	Венера	Марс
А. Среднее расстояние от Солнца, в радиусах земной орбиты	0,72	1,52
Б. Средний радиус планеты, км	6050	3397
В. Число спутников	0	2
Г. Наличие атмосферы	очень плотная	разреженная

- | | | | |
|------|------|------|------|
| 1) А | 2) Б | 3) В | 4) Г |
|------|------|------|------|

Ответ: 324

Вопрос 4. В таблице приведены некоторые характеристики для двух планет Солнечной системы — Венеры и Марса. Для какой из планет альbedo имеет большее значение? Ответ поясните.

Характеристики	Венера	Марс
А. Среднее расстояние от Солнца, в радиусах земной орбиты	0,72	1,52
Б. Средний радиус планеты, км	6050	3397
В. Число спутников	0	2
Г. Наличие атмосферы	Очень плотная	Разреженная

Решение.

Ответ: альbedo Венеры имеет большее значение.

Объяснение: главным фактором, влияющим на альbedo планеты, является состояние её атмосферы. Так как Венера имеет очень плотную атмосферу, то доля отражённых солнечных лучей при прохождении через её атмосферу будет больше.

Источник: Типовые экзаменационные варианты по физике. Е. Е. Камзеева — 2013, вариант 7.

ЕГЭ

№1. Спутник движется по круговой орбите радиусом $6,6 \cdot 10^6$ м, имея скорость 7,8 км/с. Чему равно центростремительное ускорение спутника? (Ответ дайте в метрах в секунду в квадрате и округлите до десятых.)

Решение.

Центростремительное ускорение равно

$$a = \frac{v^2}{R}; \quad a = 9,2 \text{ м/с}^2$$

Ответ: 9,2.

Источник: ЕГЭ по физике 05.05.2014. Досрочная волна. Вариант 2.

№2. Две звезды одинаковой массы m притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Во сколько раз больше силы F модуль сил притяжения между другими двумя звёздами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звёзд равны $2m$ и $3m$?

Решение.

По закону всемирного тяготения сила притяжения между телами пропорциональна массам тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами, следовательно, при данном увеличении масс звёзд сила притяжения между ними увеличится в 6 раз.

Ответ: 6.

№3. Две звезды одинаковой массы m притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Во сколько раз больше силы F модуль сил притяжения между другими двумя звёздами, если расстояние между их центрами такое же, как и в первом случае, а массы звёзд равны $2m$ и $5m$?

Решение.

По закону всемирного тяготения сила притяжения между телами пропорциональна массам тел и обратно пропорциональна квадрату расстояния между телами, следовательно, при данном увеличении масс звёзд сила притяжения между ними увеличится в 10 раз.

Ответ: 10.

№4. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. У первой из них радиус орбиты вдвое больше, чем у второй. Каково отношение сил притяжения первой и второй планет к звезде?

Решение.

По закону Всемирного тяготения сила притяжения планеты к звезде обратно пропорциональна квадрату радиуса орбиты. Таким образом, в силу равенства масс

отношение сил притяжения к звезде первой и второй планет обратно пропорционально отношению квадратов радиусов орбит.

По условию, у первой планеты радиус орбиты вдвое больше, чем у второй, а значит, сила в 4 раза меньше, отношение $F_1/F_2 = 0,25$

Ответ: 0,25.

№5. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение радиусов орбит первой и второй планет?

Решение.

По закону Всемирного тяготения сила притяжения планеты к звезде обратно пропорциональна квадрату радиуса орбиты. Таким образом, в силу равенства масс планет отношение сил притяжения к звезде первой и второй планет обратно пропорционально отношению квадратов радиусов орбит.

По условию, сила притяжения для первой планеты к звезде в 4 раза больше, чем для второй, а значит,

$$R_1/R_2 = 0,5$$

Ответ: 0,5.

№6. У поверхности Земли на космонавта действует сила тяготения 720 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Земли на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Земли на расстоянии трёх земных радиусов от её центра? (Ответ дайте в ньютонах.)

Решение.

По закону всемирного тяготения сила притяжения космонавта со стороны Земли обратно пропорциональна квадрату расстояния между ним и центром Земли. У поверхности Земли это расстояние совпадает с радиусом планеты. На космическом корабле, по условию, оно в три раза больше. Таким образом, сила тяготения со стороны Земли, действующая на космонавта на космическом корабле, в 9 раз меньше, чем у поверхности Земли, то есть 80 Н.

Ответ: 80.

№7. У поверхности Луны на космонавта действует сила тяготения 144 Н. Какая сила тяготения действует со стороны Луны на того же космонавта в космическом корабле, движущемся по круговой орбите вокруг Луны на расстоянии трех лунных радиусов от ее центра? (Ответ дайте в ньютонах.)

Решение.

По закону Всемирного тяготения сила притяжения космонавта со стороны Луны обратно пропорциональна квадрату расстояния между ним и центром Луны. У поверхности Луны это расстояние совпадает с радиусом спутника. На космическом корабле, по условию, оно в три раза больше. Таким образом, сила тяготения со стороны Луны, действующая на космонавта на космическом корабле, в 9 раз меньше, чем у поверхности Луны, то есть 16 Н.

Ответ: 16.

№8. Космонавт на Земле притягивается к ней с силой 700 Н. С какой приблизительно силой он будет притягиваться к Марсу, находясь на его поверхности, если радиус Марса в 2 раза меньше, а масса — в 10 раз меньше, чем у Земли? (Ответ дайте в ньютонах.)

Решение.

Согласно закону Всемирного тяготения, сила притяжения двух тел пропорциональна произведению их масс и обратно пропорциональна квадрату расстояния между ними.

Ответ: 280 Н.

№9. Расстояние от спутника до поверхности Земли равно радиусу Земли. Во сколько раз уменьшится сила притяжения спутника к Земле, если расстояние от него до поверхности Земли станет равным трем радиусам Земли?

В ответе укажите во сколько раз уменьшится сила притяжения. Например, если сила уменьшится в три раза в ответе укажите цифру три.

Ответ: 4.

Источник: СтатГрад: Диагностическая работа по физике 06.02.2015 Вариант ФИ10401.

№10. Сила притяжения Земли к Солнцу в 22,5 раза больше, чем сила притяжения Марса к Солнцу. Во сколько раз расстояние между Марсом и Солнцем больше расстояния между Землёй и Солнцем, если масса Земли в 10 раз больше массы Марса?

Решение.

Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения между двумя материальными точками прямопропорциональна произведению их масс и обратнопропорциональна квадрату расстояния между ними.

Ответ: 1,5.

Источник: ЕГЭ — 2015. Досрочная волна.

№11. Две звезды одинаковой массы притягиваются друг к другу с силами, равными по модулю F . Во сколько раз уменьшился бы модуль сил притяжения между звёздами, если бы расстояние между их центрами увеличилось в 1,5 раза, а масса каждой звезды уменьшилась в 2 раза?

Решение.

Согласно закону всемирного тяготения сила притяжения между двумя материальными точками прямопропорциональна произведению их масс и обратнопропорциональна квадрату расстояния между ними.

Сила притяжения уменьшилась бы в 9 раз.

Ответ: 9.

Источник: СтатГрад: Репетиционная работа по физике 17.05.2015 Вариант ФИ10801

№12. Две планеты с одинаковыми массами обращаются по круговым орбитам вокруг звезды. Для первой из них сила притяжения к звезде в 4 раза больше, чем для второй. Каково отношение радиусов орбит первой и второй планет?

Решение. Согласно формуле сила притяжения планеты к звезде обратно пропорциональна квадрату расстояния до звезды.

Ответ: 0,5.

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2016 по физике.

№13. Два искусственных спутника Земли массой $m_1 = 200$ кг и $m_2 = 400$ кг обращаются по круговым орбитам одинакового радиуса. Чему равно отношение скоростей этих спутников v_2/v_1 ?

Решение.

Заметим, что скорость не зависит от массы тела, а зависит только от радиуса вращения. Следовательно, скорости спутников, вращающихся по круговым орбитам одинакового радиуса равны, а их отношение равно 1.

Ответ: 1.

№14. Модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности астероида равен $0,2 \text{ м/с}^2$. Чему будет равен модуль ускорения свободного падения вблизи поверхности другого астероида, объём которого в 8 раз меньше? Оба астероида однородные, сферические и состоят из железа. Ответ выразите в м/с^2 .

Решение.

На тело вблизи астероида действует сила тяготения, которая связана с ускорением свободного падения.

Уменьшение объема астероида в 8 раз приводит, во-первых, к уменьшению массы астероида в 8 раз, а во-вторых, к уменьшению расстояния между центром астероида и телом вблизи его поверхности в $\sqrt[3]{8} = 2$ раза. Таким образом, $g = 0,1 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 0,1.

Источник: Тренировочная работа по физике 21.03.2017, вариант ФИ10403

№15. В результате перехода с одной круговой орбиты на другую центростремительное ускорение спутника Земли увеличивается. Как изменяются в результате этого перехода радиус орбиты спутника, скорость его движения по орбите 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	Скорость движения по орбите	Период обращения вокруг Земли

Решение.

На спутник действует только сила притяжения со стороны Земли. Если центростремительное ускорение увеличивается, то радиус орбиты уменьшается. Подставляя во второй закон Ньютона выражение для центростремительного ускорения имеем следующее: в результате перехода на новую орбиту скорость движения спутника по орбите увеличивается. Период обращения спутника связан с радиусом орбиты и скоростью движения. Так как радиус уменьшается, а скорость возрастает, получаем, что период обращения спутника вокруг Земли уменьшается.

Ответ: 212.

№16. Искусственный спутник движется по эллиптической орбите вокруг Земли. Изменяются ли перечисленные в первом столбце физические величины во время его приближения к Земле и если изменяются, то как? Установите соответствие между физическими величинами, перечисленными в первом столбце, и возможными видами их изменений, перечисленными во втором столбце. Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

ФИЗИЧЕСКИЕ ВЕЛИЧИНЫ

- А) Скорость
- Б) Ускорение
- В) Кинетическая энергия
- Г) Потенциальная энергия
- Д) Полная механическая энергия

ИХ ИЗМЕНЕНИЯ

- 1) Не изменяется
- 2) Только увеличивается по величине
- 3) Только уменьшается по величине
- 4) Увеличивается по величине и изменяется по направлению
- 5) Уменьшается по величине и изменяется по направлению
- 6) Увеличивается по величине, не изменяется по направлению
- 7) уменьшается по величине, не изменяется по направлению

А	Б	В	Г	Д

Решение.

При движении искусственного спутника по эллиптической орбите вокруг Земли для спутника выполняется закон сохранения полной механической энергии, поскольку на него не действуют никаких внешних сил, совершающих работу (Д — 1). Потенциальная энергия спутника связана с расстоянием до Земли. Следовательно, при приближении спутника к Земле, потенциальная энергия уменьшается по величине (Г — 3). Отсюда, из закона сохранения полной механической энергии получаем, что кинетическая энергия спутника при приближении к Земле, напротив, увеличивается (В — 2). Поскольку кинетическая энергия увеличивается, заключаем, что величина скорости движения спутника также увеличивается. Так как траектория движения — эллипс, а не прямая, скорость изменяется и по направлению (А — 4). Единственная сила, действующая на спутник, — сила притяжения со стороны Земли. Таким образом, при приближении к Земле ускорение спутника увеличивается по величине. Поскольку в любой момент времени ускорение спутника направлено к Земле, а спутник движется вокруг нее, направление ускорения тоже изменяется (Б — 4).

Ответ: 44231.

№17. В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его центростремительное ускорение и период обращения?

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.

Скорость	Ускорение	Период обращения

Решение.

Примечание.

В данной задаче упущено важное условие о том, что в обоих случаях спутник движется по круговой орбите. Решение, приведенное ниже, использует данное предположение.

На спутник действует сила притяжения со стороны Земли, она сообщает ему центростремительное ускорение. В результате уменьшения расстояния сила притяжения со стороны Земли увеличивается, а значит, центростремительное ускорение спутника увеличивается, скорость движения увеличивается. Радиус орбиты уменьшается, скорость движения увеличивается, следовательно, период обращения спутника уменьшается.

Ответ: 112.

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Сибирь. Вариант 1.

№18. В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его кинетическая энергия и период обращения?

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.

Скорость	Кинетическая энергия	Период обращения

Ответ: 112.

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Сибирь. Вариант 2.

№19. В результате торможения в верхних слоях атмосферы высота полёта искусственного спутника над Землёй уменьшилась с 400 до 300 км. Как изменились в результате этого скорость спутника, его потенциальная энергия и период обращения?

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.

Скорость	Период обращения	Потенциальная энергия

Ответ: 122.

Источник: ЕГЭ по физике 06.06.2013. Основная волна. Сибирь. Вариант 3.

№20. Рассмотрите таблицу, содержащую сведения о ярких звездах.

Наименование звезды	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)	Расстояние до звезды (св. год)
Альдебаран	3500	5	45	68
Альтаир	8000	1,7	1,7	360
Бетельгейзе	3100	20	900	650
Вега	10600	3	3	27
Капелла	5200	3	2,5	45
Кастор	10400	3	2,5	45
Процион	6900	1,5	2	11
Спика	16800	15	7	160

Выберите два утверждения, которые соответствуют характеристикам звезд, и укажите их номера.

- 1) Температура поверхности и радиус Бетельгейзе говорят о том, что эта звезда относится к красным сверхгигантам.
- 2) Температура на поверхности Проциона в 2 раза ниже, чем на поверхности Солнца.
- 3) Звезды Кастор и Капелла находятся на одинаковом расстоянии от Земли и, следовательно, относятся к одному созвездию.
- 4) Звезда Вега относится к белым звездам спектрального класса А.
- 5) Так как массы звезд Вега и Капелла одинаковы, то они относятся к одному и тому же спектральному классу.

Решение.

1) К красным сверхгигантам относят звёзды с низкой температурой (3000—5000 К) и большим радиусом (200—1500 радиусов Солнца). Бетельгейзе попадает в эту категорию. Утверждение 1 *верно*.

2) Температура на поверхности Проциона больше, чем на поверхности Солнца (5800 К). Утверждение 2 *неверно*.

3) Звёзды одного созвездия находятся на небольших *угловых расстояниях* друг от друга. Расстояния звёзд до Земли не влияют на разбиение их по созвездиям. Утверждение 3 *неверно*.

4) Рассмотрим фрагмент классификации звёзд по спектральным классам:

Спектральный класс	Температура, К	Масса (в массах Солнца)	Радиус (в радиусах Солнца)
В	10000—30000	18	7
А	7500—10000	3,1	2,1
F	6000—7500	1,7	1,3

Учитывая массу, радиус и температуру, заключаем, что Вега попадет в спектральный класс А. Утверждение 4 *верно*.

5) Температуры поверхностей Веги и Капеллы сильно различаются, они относятся к разным спектральным классам. Утверждение 5 *неверно*.

Ответ: 14

Источник: Демонстрационная версия ЕГЭ—2018 по физике.

№21. Известно, что один оборот вокруг своей оси Венера совершает примерно за 243 земных суток, а масса Венеры составляет 0,82 от массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Венеры, чтобы он всё время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом 42000 км. **Ответ: 1531000 км.**

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 30.04.2013 вариант ФИ1601.

№22. Известно, что один оборот вокруг своей оси Луна совершает примерно за 28 земных суток, а масса Луны составляет $\frac{1}{81}$ массы Земли. На орбиту какого радиуса надо вывести спутник Луны, чтобы он всё время «висел» над одной и той же точкой поверхности? Известно, что спутники Земли, «висящие» над одной и той же точкой поверхности, летают по орбите радиусом 42000 км.

Ответ: 89500 км

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 30.04.2013 вариант ФИ1602.

№23. Наше Солнце теряет за счёт излучения света массу, примерно равную 1, 39 10^5 миллиардов тонн в год. Найдите солнечную постоянную для Марса, то есть среднюю

энергию, попадающую за 1 секунду на 1 м^2 поверхности, перпендикулярной направлению солнечных лучей, около Марса вне его атмосферы. Известно, что средний радиус орбиты Марса в 1,52 раза больше среднего радиуса орбиты Земли, который составляет около 150 миллионов километров. Ответ выразите в кВт/м^2 .

Ответ: $0,6 \text{ кВт/м}^2$

Источник: МИОО: Тренировочная работа по физике 05.02.2013 вариант 1.

2. Задачи по физике с астрономическим содержанием

Одной из форм реализации межпредметных связей является решение задач астрономического содержания, по сути, являющихся физическими. Это задачи на падение тел в поле силы тяжести, вес тела, движение тел, брошенных параллельно к горизонту и под углом к нему, на вычисление первой и второй космических скоростей, распределение плотности в атмосфере с высотой и др. Можно наполнять астрономическим содержанием и задачи, связанные с зависимостью температуры кипения от давления, распространением луча света в атмосферах планет, использованием законов фотометрии и др.

1 (Механика). За какое минимальное время можно облететь Марс?

Решение. Для этого надо двигаться с первой космической скоростью по орбите минимальной высоты (с радиусом, практически равным радиусу Марса): $v_1^2 = GM/R$, где G – гравитационная постоянная, M и R – масса и радиус планеты соответственно. Подставляя численные значения, получим $v_1 = 3,54 \text{ км/с}$. Путь, равный длине окружности радиусом R , спутник пролетит за время $t = 2\pi R/v_1 = 6,28 \cdot 3395/3,54 \approx 1 \text{ ч } 40 \text{ мин}$.

2 (Механика). Во время путешествия по Марсу космонавт обронил в небольшую впадину компас. Чтобы достать его, он бросил туда камень и определил, что до дна компас летел 3 с. В его распоряжении был прочный шнур длиной 5 м. Хватит ли длины шнура, чтобы опуститься на дно впадины? На узлы уйдёт 0,5 м. Масса Марса $6,39 \cdot 10^{23} \text{ кг}$.

Решение. Путь s , проходимый телом при свободном падении, равен $0,5gt^2$, где t – время падения, а g – ускорение свободного падения. На Марсе $g = GM/R^2 = 3,7 \text{ м/с}^2$, поэтому $s = 0,5 \cdot 3,7 \cdot 3^2 \text{ м} = 16,6 \text{ м}$. Шнура не хватит.

3 (Механика). С какого расстояния можно обнаружить наличие у Солнца планетной системы, если аппаратура у воображаемой цивилизации способна зафиксировать отклонения в положении Солнца на небе с точностью до $0,01''$. Считать, что основными телами, возмущающими движение Солнца, являются Юпитер и Сатурн. Расстояния от планет до Солнца и их массы равны соответственно 5,2 и 9,5 а.е.; $1,9 \cdot 10^{27}$ и $5,7 \cdot 10^{26} \text{ кг}$.

Решение. Извне о существовании планет около Солнца можно судить по изменению положения светила среди звёзд. Эти отклонения максимальны, если планеты находятся по одну сторону от Солнца. Положение центра масс системы найдём по формуле

$$x_{\text{ц}} = (x_1 m_1 + x_2 m_2 + x_3 m_3) : (m_1 + m_2 + m_3),$$

в которой индексы $i = 1, 2, 3$ относятся соответственно к Солнцу, Юпитеру и Сатурну, а x_i – расстояние от тела до центра Солнца. Можно принять, что $x_1 = 0$, поэтому $x_{\text{ц}} = 1,15 \cdot 10^6 \text{ км}$. Расстояние r , с которого этот отрезок виден под углом в $0,01''$, находится из пропорции

$$(360 \cdot 3600) : 0,01'' = 6,28 r : x,$$

т.е. искомое расстояние равно $0,77 \text{ пк}$. Напомним, что ближайшая к нам звезда Проксима Центавра находится на расстоянии от нас $1,3 \text{ пк}$. С неё нельзя обнаружить смещение Солнца.

4 (Термодинамика). Определите, на сколько повысится температура Земли, если на неё упадёт тело, масса которого равна марсианской ($0,64 \cdot 10^{24} \text{ кг}$). Удельную теплоёмкость вещества Земли и Марса принять равной $4,2 \cdot 10^3 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$.

Решение. Будем считать, что тело падает на Землю со второй космической скоростью, столкновение неупругое, теплоотдачей в окружающее пространство пренебрегаем. Пусть m_3 и $m_{\text{т}}$ – масса Земли и тела соответственно, $v_{\text{т}}$ – скорость падения тела на Землю, v –

общая скорость планет после столкновения, c – теплоёмкость вещества, ΔT – изменение температуры.

По закону сохранения импульса: $m_T v_T = (m_3 + m_T) v$.

По закону сохранения энергии:

$$\frac{m_T v_T^2}{2} = \frac{(m_3 + m_T) v^2}{2} + \Delta E.$$

Отсюда вычисляем энергию, пошедшую на нагрев Земли:

$$0,5 m_T v_T^2 \frac{m_3}{m_3 + m_T} = (m_3 + m_T) \Delta T,$$

и находим, насколько нагреется Земля: $\Delta T = 1300$ К.

5 (Излучения и волны). Как изменится температура Земли, если Солнце всё покроется пятнами?

Решение. Температура солнечных пятен равна 4700 К, а температура фотосферы Солнца 6000 К, значит, светимость Солнца изменится в $(6000 : 4700)^4 = 2,66$ раза (исходим из определения светимости как количества энергии, которое излучает тело в космическое пространство за секунду). Значит, на единицу поверхности Земли будет поступать энергии от Солнца в 2,66 раз меньше. Сейчас средняя температура Земли 288 К, следовательно, снизившись в $\sqrt[4]{2,66}$ раз, она станет равной $288 \text{ К} : 1,28 = 225 \text{ К}$, или -48° С .

6 (Квантовая механика). В осетинском сказании о нартах говорится: Свершилось вдруг неслыханное чудо: Взошли два солнца в небе изумрудном... И треснула тогда земля от жара, охваченная солнечным пожаром.

Как изменится температура Земли, если на небе будут светить два Солнца?

Решение. Пусть L – светимость Солнца, r – расстояние до Земли от Солнца. Тогда на единичную площадку, расположенную перпендикулярно солнечным лучам на Земле, падает

$$E = \frac{L}{4\pi r^2}.$$

Эта площадка поглощает солнечное излучение и переизлучает его, нагреваясь до температуры, определяемой соотношением $E = \sigma T^4$. Поскольку светимость Солнца, по определению, есть количество энергии, которое оно излучает в космическое

$$T = T_0 \sqrt[4]{\frac{R_0^2 (1-A)}{r^2}}.$$

пространство за 1 с, то $L = 4\pi R_0^2 \sigma T_0^4$, откуда Величина A – альbedo, которое указывает, какая часть солнечной энергии отразилась от поверхности планеты ($1-A$ – это доля поглощённой энергии). Но если на небе будет светить n Солнц, то количество энергии, доходящее от них на Землю, увеличится тоже в n раз, и температура станет равной

$$T_n = T_0 \sqrt[4]{\frac{R_0^2 (1-A)}{r^2} n},$$

а отношение температур T/T_n изменится в $\sqrt[4]{n}$ раз.

Если температура Земли в подсолнечной точке равна 295 К, то при двух солнцах она станет 351 К, т.е. почти на 60 К выше.

Примечание. Возможно более простое решение, без вывода общей формулы. Для этого запишем выражения для энергий излучения единичных площадок: $E = \sigma T_1^4$ и $2E = \sigma T_2^4$, – и

$$\text{получим } T_2 = T_1 \sqrt[4]{2}.$$

7 (Механика. Движение по окружности). Во время полёта к будущему месту обитания представителей земной цивилизации космонавты совершили вынужденную посадку на планете. После ремонта они обратились к компьютеру и узнали, что горючего у них хватит, чтобы развить скорость 4 км/с. Смогут ли они покинуть планету, если её масса и размеры в 10 раз меньше земных?

Решение. Следует определить вторую космическую скорость для этой планеты по формуле

$$v_{II} = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

и сравнить её со скоростью $v = 4$ км/с. Если $v > v_{II}$, то дальнейшее путешествие

возможно. Подставляя числовые данные, получим, $v_{II} = 11,2$ км/с, так что космическим путешественникам надолго придётся задержаться на планете.

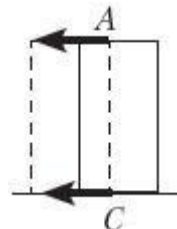
8 (Механика). На экваторе Луны установили башню высотой 300 м для изготовления шариков идеальной сферической формы. Капельки жидкого металла будут вытекать из сопла аппарата и падать отвесно, застывая. Приёмное устройство дробинok инженеры устроили точно под соплом. Когда всё было готово, то, к своему удивлению, они обнаружили, что дробинки туда не попадают. Как следует изменить положение приёмника готовой продукции? Ускорение свободного падения на Луне $1,62$ м/с.

Решение. Из-за вращения Луны падающие тела смещаются к востоку (в сторону её вращения). Смещение точки A за 1 с падения найдём как разность

скоростей движения точек A и C , т.е. $\Delta v = \frac{2\pi(R+300)}{P} - \frac{2\pi R}{P}$, где R и P – соответственно радиус Луны и период её вращения.

Осталось найти время падения дробинки с высоты 300 м на Луне (по формуле $s = gt^2/2$): $t = 19$ с.

Значит, приёмник дробинok надо перенести на $1,9$ см/с $\cdot 19$ с = $36,5$ см.



9 (Механика). Звезда Плеяды из рассеянного скопления Плеяды вращается в 100 раз быстрее Солнца. Температура звезды около $13\,000$ К, а светимость почти в 200 раз больше солнечной. Не теряет ли она вещество из области экватора?

Решение. Определим размеры звезды, используя данные о светимости и температуре. Исходим из определения светимости как общего количества энергии, которое звезда излучает в космическое пространство за 1 с: $L = 4\pi R^2 \sigma T^4$, где $4\pi R^2$ – площадь поверхности звезды, σT^4 – количество энергии с единицы поверхности (закон Стефана–Больцмана): $200R_{\odot}^2 = R^2 (13\,000/5780)^4$, где 5780 К – температура Солнца. Отсюда $R = 2,8R_{\odot}$.

Скорость вращения Солнца на экваторе – около 2 км/с (радиус $690\,000$ км, $v = 2\pi R : 25$ сут), а скорость вращения Плеяды 400 км/с. Массу звезды найдём по соотношению масса–светимость $\lg L = 3,9 \lg M$, подставив числовые данные: $\lg 200 = 2,3 = 3,9 \lg M \Rightarrow M = 3,9M_{\odot}$.

Запишем отношение силы тяготения к центробежной силе для тела на экваторе звезды:

$$\frac{F_{\tau}}{F_{ц}} = \frac{GM}{Rv^2}.$$

Если это отношение больше 1, то истечения вещества нет, если меньше 1, то звезда теряет вещество. Подставляя числовые данные, получаем, что отношение равно 2, значит, сила тяготения больше центробежной, и истечения вещества нет.

10 (Квантовая механика). Инопланетяне сели на одну из планет Солнечной системы. Через некоторое время они обнаружили, что температура планеты в той точке, где Солнце находится в зените, меняется от 560 до 690 К. Определите эксцентриситет орбиты. Какая планета имеет такую орбиту?

Решение. Температура планеты определяется количеством энергии, которое падает на единицу поверхности, а это количество обратно пропорционально квадрату расстояния до Солнца. Более высокая температура должна соответствовать и более близкому расстоянию планеты от Солнца $Q = a_{cp} (1 - e)$, где e – эксцентриситет. Самая низкая температура соответствует максимальному расстоянию $q = a_{cp} (1 + e)$.

Используя закон Стефана–Больцмана, можно записать:

$$\frac{\sigma T_{max}^4}{\sigma T_{min}^4} = \frac{q^2}{Q^2} = \frac{(1+e)^2}{(1-e)^2} = \left(\frac{690 \text{ К}}{560 \text{ К}} \right)^4 \Rightarrow e = 0,21.$$

Такой эксцентриситет у орбиты Меркурия, да и высокие температуры характерны тоже для него.

11 (Механика). Экспедиция по поискам пригодной для жизни землян планеты натолкнулась на объект размером 1000 км и высадилась на нём. На планете оказалась кислородная атмосфера. Радости не было предела, поскольку и температура оказалась приемлемой – 300 К. Не огорчились ли они через некоторое время, узнав, что маятник длиной 1 м совершает одно колебание за 5 с?

Решение. Членам экспедиции следовало убедиться в том, что атмосфера планеты стабильна, т.е. что она не улетучится через небольшой промежуток времени. Для её длительного существования необходимо, чтобы средняя тепловая скорость движения молекул была в несколько раз меньше второй космической скорости для планеты ($v_t < 0,2v_{II}$). Зная время колебания маятника, определяем ускорение свободного падения на планете $g = 1,58 \text{ м/с}^2$, затем находим массу планеты: $g = GM/R^2 \Rightarrow m = 2,37 \cdot 10^{21} \text{ кг}$, – а затем и вторую космическую скорость: $v_{II} = 0,56 \text{ км/с}$.

Средняя тепловая скорость равна 0,68 км/с, что больше v_{II} , следовательно, атмосфера планеты не стабильна.

12 (Квантовая механика). Какой станет температура фотосферы звезды после слияния двух звёзд, таких как Солнце? Принять, что радиус такого объекта в 1,7 раза больше солнечного.

Решение. Используем зависимость светимости звезды главной последовательности от её массы $L = kM^4$, которую применяем для «старого» и «нового» Солнца:

$$\frac{L_c}{L_n} = \left(\frac{kM_c}{kM_n} \right)^4 = \left(\frac{1}{2} \right)^4 \Rightarrow L_n = 2^4 L_c.$$

По определению светимости звезды,

$$4\pi R_n^2 \sigma T_n^4 = 16 \cdot 4\pi R_c^2 \sigma T_c^4 \Rightarrow R_n^2 \sigma T_n^4 = 16 R_c^2 \sigma T_c^4 \Rightarrow T_n = \frac{2T_c}{\sqrt{R_n}}.$$

Подставив числовые данные, получим $T_n = 8831 \text{ К}$.

13 (Механика). На какое расстояние надо удалиться от поверхности Земли в сторону Луны, чтобы сила притяжения к Земле стала такой же, как сила притяжения к Луне? Известно, что масса Луны в 81 раз меньше массы Земли, а радиус составляет 0,27 земного.

Решение. Запишем силы, с которой Земля и Луна притягивают одно и то же тело массой m :

$$F_L = G \frac{mM_L}{(r-x)^2}; \quad F_3 = \frac{GmM_3}{x^2}.$$

$$\text{Найдём их отношение: } \frac{F_3}{F_L} = \frac{M_3}{M_L} \cdot \frac{x^2}{(r-x)^2}.$$

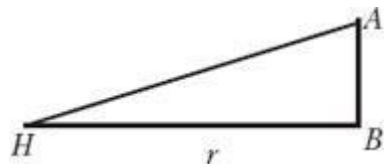
Здесь x и $r - x$ – расстояния от Земли и Луны до этой точки соответственно; r – расстояние между Луной и Землёй.

Подставляя числовые данные, находим $x = 34\,5000 \text{ км}$, а $h = x - R_3 = 339\,200 \text{ км}$.

14 (Квантовая механика). В скоплении содержится по 10 звёзд главной последовательности с температурой 6000 и 10 000 К. Объектом какой температуры будет наблюдаться скопление как единое целое, если с расстояния 1000 пк оно видно под углом 1''? Воспользоваться эмпирической зависимостью между температурой и радиусом звёзд: $R = 2,13 \cdot 10^4 \text{ м/К} \cdot T^{1,25} \text{ К}$.

Решение. Размеры объекта равны 1000 а.е., т.к. отношение его размера АВ к расстоянию r есть $\text{tg} 1'' = 1 : 206265$.

Используем определение светимости как произведения площади поверхности звезды $4\pi R^2$ на количество энергии, излучаемой единицей поверхности с температурой T , равное, по закону Стефана–Больцмана, σT^4 .



Поскольку энергия от всех объектов складывается и воспринимается как излучение от одного объекта размером AB , то имеет место равенство: $10 \cdot 4\pi \cdot \sigma \cdot (2,13 \cdot 10^4)^2 \cdot [6000^{2,5} \cdot 6000^4 + 10000^{2,5} \cdot 10000^4] = 4\pi (500 \text{ а.е.} \cdot 1,5 \cdot 10^{11})^2 \sigma T^4 \Rightarrow T \approx 9500 \text{ К.}$

3. Задачи по астрономии

1. Определите массу Марса по движению его спутника Деймоса, среднее расстояние которого до планеты $a=23000$ км, период обращения 1,26 сут.

Дано	Решение
$a=23000 \text{ км}$	$\frac{a^3}{T^2} = \frac{G M}{4\pi^2}$
$T=1,26 \text{ сут}$	$M = \frac{4\pi^2 \cdot a^3}{G \cdot T^2}$
$M=?$	$M = \frac{4\pi^2 \cdot (2,3 \cdot 10^4 \text{ м})^3}{6,67 \cdot 10^{-11} \frac{\text{Н} \cdot \text{м}^2}{\text{кг}^2} \cdot (1,26 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ с})^2} = 6,07 \cdot 10^{16} \text{ кг}$

Ответ: $6,07 \cdot 10^{16} \text{ кг}$

Комментарий: для решения необходима формула объединяющая законы механики Ньютона и третий закон Кеплера.

2. Во время вспышки на Солнце было выброшено облако плазмы со скоростью 1000 км/с. За какое время облако плазмы, двигается с постоянной скоростью, достигает Земли?

Дано	Решение
$v = 1000 \text{ км/с}$	$t = \frac{R}{v}$
$R = 150 \cdot 10^6 \text{ км}$	$t = \frac{150 \cdot 10^6 \text{ км}}{1000 \frac{\text{км}}{\text{с}}} = 0,15 \cdot 10^6 \text{ с}$
$t=?$	Ответ: $41,7 \text{ ч} = 1,7375 \text{ суток}$

Комментарий: для решения используется формула для определения времени при равномерном движении и перевод значения вычисленного промежутка времени в разные единицы измерения.

3. Солнце находится на расстоянии 8 кпк от центра Галактики и движется со скоростью 220 км/с вокруг него. Принимая орбиту Солнца за окружность, найдите период его обращения вокруг центра Галактики.

Дано	Решение
$R = 8 \text{ кпк} = 26 \cdot 10^3 \text{ св. лет}$	$T = \frac{2\pi R}{v}$
$v = 220 \cdot 10^3 \text{ м/с}$	$T = \frac{2\pi \cdot 26 \cdot 10^3 \cdot 9,46 \cdot 10^{15} \text{ м}}{220 \cdot 10^3 \text{ м/с}} = 2,2265 \cdot 10^8 \text{ с}$

$$\overline{T - ?} \quad T = \frac{2\pi R}{v}$$

Ответ: 223 мл. лет

Комментарий: принимаем расстояние от Солнца до центра Галактики за ради-ус окружности, используя формулу связи скорости при равномерном движении по окружности с периодом, выводим формулу для периода.

4. Диаметр нашей Галактики 30 кпк. За какое время свет пересечет Галактику с одного до другого края?

Ответ: $97,9 \cdot 10^3$ лет

Комментарий: принимая диаметр Галактики за расстояние, которое должен пойти свет и используя формулу расчета времени при равномерном движении, получаем ответ.

5. Туманность Андромеды находится на расстоянии 2 млн св. лет и приближается к Млечному Пути со скоростью 280 км/с. Оцените время, за которое Туманность Андромеды сблизится с нашей Галактикой.

Дано	Решение
$L = 2$ млн св. лет	$t = \frac{L}{v} = \frac{2 \cdot 10^6 \cdot 9,5 \cdot 10^3 \text{ м}}{280 \cdot 10^3 \frac{\text{м}}{\text{с}}} = 67,857 \cdot 10^{15} \text{ с} = 0,215 \cdot 10^{10} \text{ лет}$
$v = 280$ км/с	$t = \frac{L}{v}$
$t - ?$	Ответ: $2 \cdot 10^9$ лет

Комментарий: переводя расстояние из млн св. лет в метры и используя формулу расчета времени при равномерном движении получаем ответ в секундах, осуществляя перевод оцениваем порядок временного промежутка в годах.

6. Во время великого противостояния Марса, когда он сблизился с Землей на расстояние 0,4 а. е., измеренный угловой диаметр Марса был равен 23". Определить линейный диаметр Марса.

Ответ: $66,9 \cdot 10^6$ м

Комментарий: для решения необходима формула годичного параллакса $R = r \cdot \text{tga}$, перевод единиц измерения расстояния из астрономических единиц в метры и угловых секунд в радианы.

7. Гигантская эллиптическая галактика М87 в созвездии Дева находится на расстоянии 13 Мпк и имеет угловой диаметр 4'. Чему равен ее линейный размер?

Ответ: 15 кпк

Комментарий: осуществляя перевод угловых минут в радианы и используя формулу параллакса, рассчитываем линейные размеры галактики.

8. Сейчас наблюдаются галактики, которые находятся на расстоянии 3800 Мпк. Сколько лет назад эта галактика излучила свет, наблюдаемый нами сейчас?

Ответ: $1,24 \cdot 10^{10}$ лет

Комментарий: осуществляя перевод мега парсек в метры и используя формулу расчета времени при равномерном движении и значения скорости света определяем возраст Вселенной.

9. Скорость удаления квазара 3C273 равна 45000 км/с. На каком расстоянии находится этот квазар?

Дано
 $H = 75 \text{ км/сМпк}$

$v = 45000 \text{ км/с}$

$r = ?$

Решение

$$r = \frac{v}{H} = \frac{45000 \text{ км/с}}{75 \text{ км/сМпк}} = 600 \text{ Мпк}$$

Ответ: 600 Мпк

Комментарий: используя закон Хаббла, определяем на каком расстоянии находится квазар.

10. Установите соответствие между телами Солнечной системы и их характеристиками.

ТЕЛО

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- | | |
|-----------|---|
| А) Венера | 1) Наличие гидросферы |
| Б) Луна | 2) Наличие большого числа спутников |
| В) Юпитер | 3) Отсутствие атмосферы |
| | 4) Наличие на поверхности гор вулканического типа |
| | 5) Смена времен года |

А	Б	В

11. Установить соответствие между характеристиками, описывающими особенности планет Солнечной системы и названием планеты.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПЛАНЕТ

ПЛАНЕТА

- | | |
|--|-------------|
| А) Третья планета от Солнца – это | 1) Меркурий |
| Б) Самой яркой на небе планетой является | 2) Венера |
| В) Какая планета вращается вокруг Солнца быстрее всех других планет? | 3) Земля |
| | 4) Марс |
| Г) На какой планете для наблюдателя Солнце может останавливаться на небе, и даже некоторое время двигаться в обратном направлении? | 5) Юпитер |
| | 6) Сатурн |
| | 7) Уран |
| Д) На какой из перечисленных планет не происходит смена времен года? | 8) Нептун |
| | 9) Плутон |

А	Б	В	Г	Д

Ответ: 32515

12. Установить соответствие между понятиями и их определениями.

ПОНЯТИЕ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОНЯТИЯ

Фотосфера

- 1) Поток ионизированных частиц (в основном гелиево-водородной плазмы), истекающий из солнечной ко-

		роны со скоростью 300–1200 км/с в окружающее космическое пространство
Хромосфера	2)	Светящиеся образования из раскалённых газов, наблюдаемые на краю диска Солнца
Солнечный ветер	3)	Совокупность изменяющихся структурных образований в некоторой ограниченной области солнечной атмосферы, происходящих в местах взаимодействия солнечных пятен противоположной магнитной полярности
Протуберанцы	4)	Внешняя оболочка Солнца толщиной около 10 000 км
Солнечные пятна	5)	Излучающий слой звёздной атмосферы, в котором формируется непрерывный спектр излучения, дающий основную часть излучения звезды
Солнечные вспышки	6)	Темные области на Солнце, температура которых понижена примерно на 1500 К по сравнению с окружающими участками фотосферы

А	Б	В	Г	Д	Е

13. Планеты в Солнечной системе расположены в следующем порядке:

Инструкция. Расположи в правильной последовательности (в столбце ответов поставь соответствующие буквы.)

Варианты ответа:	Ответ
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

- А. Венера
- В. Земля
- С. Марс
- Д. Меркурий
- Е. Нептун
- Ф. Плутон
- Г. Сатурн
- Н. Уран
- І. Юпитер

Правильный ответ: D, A, B, C, I, G, H, E, F.

№14. Почему древние для обозначения планеты Венера использовали два различных термина – Утренняя и Вечерняя звезда?

Ответ. Венеру как внутреннюю планету Солнечной системы в отличие от внешних планет нельзя наблюдать в течении всей ночи. Появившись на небе вечером, она тут же стремится к заходу. Утром она поднимается над горизонтом перед восходом Солнца. Интересное наблюдение: моменты исчезновения Венеры и восход Солнца практически в точности совпадают. Вблизи полуночи эта планета не появляется никогда. Таким образом, непосредственные прямые наблюдения говорили о том, что в разное время на фоне различных созвездий на небе появляются две яркие, не связанные друг с другом звезды. Лишь сопоставление их наблюдательных характеристик и тщательное изучение видимого движения позволили сделать вывод, что это одно и то же небесное тело.