

Отборочный тур для 7-9 классов

Разминка

- 1) Спутник движется по круговой орбите вокруг Земли в сильно разреженной атмосфере. Как повлияет на движение спутника атмосфера?
- А) Скорость спутника будет уменьшаться из-за торможения в атмосфере, а орбита спутника практически не изменится.
 - Б) Скорость спутника уменьшится, а орбита спутника станет круговой с меньшим радиусом.
 - В) Скорость спутника уменьшится, в результате чего спутник перейдет на вытянутую эллиптическую орбиту.
 - Г) Орбита спутника останется очень близкой к круговой, но с меньшим радиусом, а скорость спутника практически не изменится.**
 - Д) Ответ зависит от направления ветра, который будет дуть на спутник.
- 2) Как в среднем изменяется расстояние между центрами Земли и Луны за длительный промежуток времени (порядка тысячи лет)?
- А) Среднее расстояние между центрами Земли и Луны со временем не изменяется.
 - Б) Среднее расстояние между центрами Земли и Луны постепенно увеличивается.**
 - В) Среднее расстояние между центрами Земли и Луны со временем уменьшается из-за торможения Луны при её движении по орбите.
 - Г) Среднее расстояние между центрами Земли и Луны меняется периодически – то уменьшается, то увеличивается с периодом около 850 лет.
 - Д) Замерить это расстояние с достаточной для ответа точностью пока не удалось.
- 3) Как меняется геометрическое альbedo Луны для земного наблюдателя (в оптическом диапазоне)?
- А) Никак не меняется.**
 - Б) Меняется периодически в зависимости от фазы Луны
 - В) Меняется периодически в зависимости от расстояния от Земли до Луны
 - Г) Меняется по довольно сложному закону в зависимости от фазы Луны и от расстояния от Земли до Луны.
 - Д) Меняется по довольно сложному закону в зависимости от фазы Луны, от расстояния от Земли до Луны и от расстояния от системы Земля-Луна до Солнца.
- 4) Какой по общемировому счету был первый искусственный спутник, запущенный США?
- А) Первый
 - Б) Второй
 - В) Третий**
 - Г) Четвертый
 - Д) Седьмой
- 5) Спутник движется по геостационарной орбите Земли, высотой 36000 км и наклоном 0 градусов. Когда он попадет в тень Земли?
- А) Никогда.
 - Б) Один раз в сутки спутник будет входить в тень Земли, а через несколько часов выходить из тени
 - В) Один раз весной и один раз осенью, каждый раз на непродолжительное время**
 - Г) Один раз зимой и один раз летом, каждый раз на непродолжительное время
 - Д) Ровно один раз в год на несколько часов

6) Находясь на поверхности какой планеты: Меркурия, Венеры или Марса человек никогда не сможет наблюдать звезды невооруженным глазом?

- А) **С Венеры – слишком плотная атмосфера**
- Б) С Меркурия – близко расположенное Солнце засвечивает небосклон
- В) С Марса – углекислый газ, составляющий атмосферу планеты, блокирует электромагнитные волны оптического диапазона
- Г) С Венеры и Меркурия
- Д) С Меркурия, Венеры и Марса

7) На поверхности каких небесных тел побывали космические аппараты, созданные на Земле?

- А) На Луне, Венере и Марсе (а более, нигде)
- Б) На всех планетах солнечной системы
- В) **На Луне, Венере, Марсе, Титане, Эросе, Итокаве и на комете Чурумова-Герасименко (а более, нигде)**
- Г) На Луне, Венере, Марсе, Титане, Энцеладе, Юпитере, Эросе, Итокаве и на комете Чурумова-Герасименко (а более, нигде)
- Д) Число небесных тел, на поверхности которых побывали земные космические аппараты, два года назад превысило сотню

8) В романе какого писателя жители Земли запускают космический аппарат с экипажем при помощи энергии пороха?

- А) Николай Носов
- Б) **Жюль Верн**
- В) Герберт Уэллс
- Г) Станислав Лем
- Д) Борис и Аркадий Стругацкие

9) Какой передатчик был установлен на первом искусственном спутнике Земли?

- А) Никакого
- Б) **Ламповый передатчик**
- В) Транзисторный передатчик
- Г) Было установлено два передатчика (для страховки), оба транзисторные
- Д) Квантовый передатчик

10) Как изменится скорость спутника при совершении «гравитационного» маневра перед планетой (по ходу ее движения по орбите) и позади нее?

- А) Никак не изменится
- Б) При маневре перед планетой скорость спутника увеличится, а позади планеты - уменьшится
- В) **При маневре перед планетой скорость спутника уменьшится, а позади планеты - увеличится**
- Г) Термин «гравитационный маневр» выдуман голливудскими киношниками
- Д) Это зависит от соотношения масс планеты и спутника

Критерии проверки: Во всех задачах

верный ответ: 2 балла

неверный ответ: 0 баллов

ЗАДАЧА 1

Текст задачи.

*- Коэлла очень маленькая планета,
но это – идеальное место!
Превосходная атмосфера, лучшая гравитация,
которую только можно купить за деньги, артезианская вода!
Роберт Шекли «Замок Скэгов»*

С какой минимальной скоростью v_{\min} должен влететь в атмосферу Земли метеорит, состоящий из железа, чтобы полностью расплавиться в воздухе, если на нагрев метеорита расходуется $\alpha = \%$ его начальной кинетической энергии? Начальная температура метеорита $t_0 = -261$ °С. Удельную теплоёмкость железа считайте равной $c = 460$ Дж/(кг °С), температуру плавления железа – $t_{\text{пл}} = 1539$ °С, удельную теплоту плавления железа – $\lambda = 270$ кДж/кг. Приведите только ответ, в м/с, округлив до целых.

Конец текста задачи.

Решение. Метеор нагревается и плавится в результате превращения части его кинетической энергии во внутреннюю энергию. Уравнение теплового баланса имеет вид

$$\alpha \frac{m v_{\min}^2}{2} = m c (t_{\text{пл}} - t_0) + \lambda m, \text{ где } m \text{ – масса метеорита. Отсюда } v_{\min} = \sqrt{\frac{2c(t_{\text{пл}} - t_0) + 2\lambda}{\alpha}}.$$

$$\text{Ответ: } v_{\min} = \sqrt{\frac{2(c(t_{\text{пл}} - t_0) + \lambda) \cdot 100\%}{\alpha}}.$$

Варьируемый параметр α . Диапазон изменения от 60 до 80 % с шагом 2 %. Расчетная

$$\text{формула } v_{\min} = \frac{14819}{\sqrt{\alpha}}.$$

Ответ:

α	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80
v_{\min}	1913	1882	1852	1824	1797	1771	1746	1723	1700	1678	1657

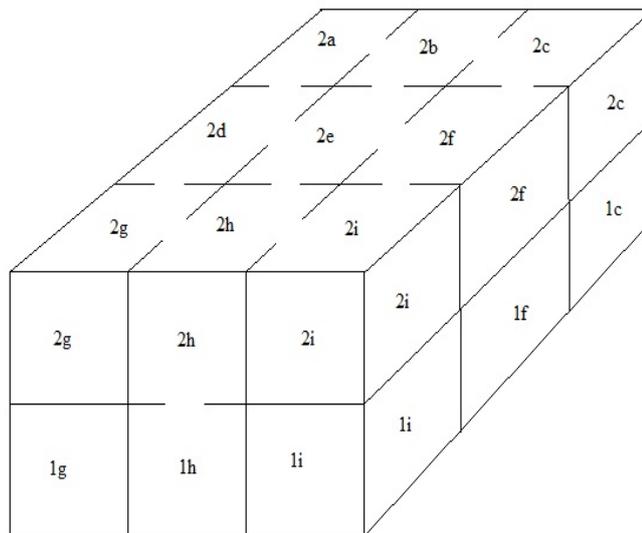
ЗАДАЧА 2

Текст задачи.

А на пороге незапертой каюты возник серый исполин, чья шкура была испещрена красными крапинками. Исполин был наделен неисчислимым множеством рук, ног, щупалец, когтей и клыков, да еще двумя крылышками в придачу.

Страшилище медленно надвигалось, постанывая и бормоча что-то неодобрительное. Оба признали в нем Ворчучело.
Роберт Шекли «Призрак-5»

Призрак Ворчучело гонится за космонавтом Грегом по космическому кораблю. Жилое пространство корабля состоит из 18 кубических кают, расположенных на двух этажах, по 9 кают на каждом (см. рисунок). Грег может перемещаться из каждой каюты в соседнюю, а находясь в каютах 1b, 2b и 1h, 2h может менять этаж. За один ход Грег может сделать не более трех перемещений. Например, 1g-1h-2h-2i. При этом он не может пробегать через каюту, занятую Ворчучелом. Ворчучело



также может перемещаться из каждой каюты в соседнюю, но кроме того, оно может перемещаться вверх или вниз из любой каюты. За один ход Ворчучело может проделать не более двух перемещений. Например, 1e-2e-2h. Ворчучело поймает Грега, как только они окажутся в одной каюте. В начале погони Грег находится в каюте 1g, а Ворчучело в каюте 1e. Затем они делают ходы по очереди, начиная с Грега. Помогите Грегу – опишите алгоритм его действий, который при любом поведении Ворчучела позволяет Грегу спастись (то есть не быть пойманным сколь угодно долгое время). Предполагается, что перед своим ходом каждый из них знает, где находится противник.

Конец текста задачи.

Решение

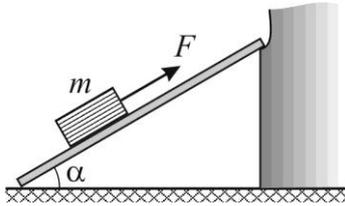
Стратегия Грегора заключается в том, чтобы после каждого своего хода находиться в одной из угловых ячеек 1a, 1c, 1g, 1i, 2a, 2c, 2g или 2i. Покажем, что если Грегор находится в угловой ячейке, то где бы ни был Ворчучело, Грегор может перейти в другую угловую ячейку, находящуюся на расстоянии 2 или более от Ворчучела. Тогда следующим ходом Ворчучело не поймает Грегора, а поскольку все угловые ячейки равнозначны, то игра продолжится сколь угодно долго.

Итак, пусть Грегор находится в ячейке 1g. Если Ворчучело находится в 1b, 1c, 1f, 2a, 2b, 2c, 2e, 2f или 2i, то Грегору можно остаться на месте. Если Ворчучело находится в 1a, 1d или 2d, то Грегор перебегает в 1i. Если Ворчучело в 1i, 1h, или 2h, то Грегор перебегает в 1a. Если Ворчучело в 2g, то Грегор может перейти в 1a или 1i – оба варианта его устраивают. Наконец, если Ворчучело в 1e, то Грегору следует сменить этаж, перейдя в 1g или 1i – оба варианта подходят.

ЗАДАЧА 3

Текст задачи.

*Арнольд, его компаньон, вот-вот должен был вернуться.
Еще утром он отправился заказать все эти 2035 предметов
и проследить за их погрузкой на корабль.
Роберт Шекли «Необходимая вещь»*



Для погрузки всего оборудования на звездолет космонавты Грегор и Арнольд использовали аппарат (наклонную площадку), расположенную под углом $\alpha = 30^\circ$ к горизонту. Они обнаружили, что для того, чтобы затащить вверх по аппарели ящик массой $m = 90$ кг, нужно приложить к нему силу, направленную параллельно аппарели и равную $F = H$. Считая, что движение ящика происходит с постоянной скоростью, найдите коэффициент полезного действия η используемой космонавтами аппарели. Ускорение свободного падения примите равным $g = 10$ м/с². Приведите только ответ, в процентах, округлив до целого значения.

Конец текста задачи.

Решение. Коэффициент полезного действия механизма по определению равен $\eta = \frac{A_{\text{п}}}{A_3} \cdot 100\%$, где $A_{\text{п}}$ – полезная работа по перемещению ящика, A_3 – полная (затраченная) работа. Пусть вертикальное перемещение ящика составило некоторую величину h . Тогда $A_{\text{п}} = mgh$, а $A_3 = Fs = F \frac{h}{\sin \alpha}$. Отсюда $\eta = \frac{mg}{F} \sin \alpha \cdot 100\%$.

Ответ: $\eta = \frac{mg}{F} \sin \alpha \cdot 100\%$.

Варьируемый параметр F . Диапазон изменения от 500 до 1000 Н с шагом 50 Н. Расчетная формула $\eta = \frac{45000}{F}$.

F	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000
η	90	82	75	69	64	60	56	53	50	47	45

ЗАДАЧА 4

Текст задачи.

Арнольд извлек документы. Там значилось, что Межпланетная очистительная (и транспортная) служба обязуется доставить пять смагов, пять фиргелей и десять квилов в систему звезды Вермойн.

Роберт Шекли «Рейс молочного фургона»

Арнольд и Грегор перевозят новую большую партию инопланетных животных: смагов, фиргелей и квилов. В результате путаницы с табличками на клетках каждый пятый смаг оказался помечен как фиргель, а десятая часть фиргелей обозначена на клетке как смаги. Кроме того, каждый двадцатый фиргель подписан как квил, а каждый двадцать пятый квил вообще не подписан. Все остальные таблички висят верно. В результате на клетках с животными есть 74 таблички «смаг», 134 таблички «фиргель» и 175 табличек «квил». Сколько животных каждого вида было на самом деле? Приведите только ответ – три числа, разделенных пробелами.

Конец текста задачи.

Решение

Пусть имеется x смагов, y фиргелей и z квилов. Тогда смагами подписано $x - \frac{x}{5} + \frac{y}{10}$ животных (каждый пятый смаг подписан неверно, а к смагам отнесена десятая часть фиргелей). Фиргелями подписано $y - \frac{y}{10} - \frac{y}{20} + \frac{x}{5}$ животных, а квилами $z - \frac{z}{25} + \frac{y}{20}$.

Составляем систему линейных уравнений

$$\begin{cases} \frac{4x}{5} + \frac{y}{10} = 74, \\ \frac{17y}{20} + \frac{x}{5} = 134, \text{ и находим } x = 75, y = 140, z = 175. \\ \frac{24z}{25} + \frac{y}{20} = 175 \end{cases}$$

Ответ: $x = 75, y = 140, z = 175$.

ЗАДАЧА 5

Текст задачи.

На следующий день, загрузив в корабль оборудование, ловушки и прочую аппаратуру для уничтожения грызунов, друзья направились на планету Сир
Роберт Шекли «Беличье колесо»

Арнольд и Грегор приземлились на планете Сир. Место их посадки они обозначили на карте точкой $A = (0, 0)$. Чтобы перевезти оборудование, им нужно проложить кратчайшую дорогу от места посадки до фермы их клиента, находящейся в точке $B = (500, 1500)$ (все расстояния даны в метрах). Путь от A до B пересечен двумя глубокими оврагами, через которые придется построить два моста (перпендикулярно берегам оврагов). Известно, что ширина первого оврага 100 м, а второго 200 м, причем берега обоих оврагов параллельны оси Ox на карте. Как проложить дорогу, чтобы она имела наименьшую длину? Приведите только ответ – длину дороги без учета длин мостов (сторону одной клетки примите за 100 м).

Конец текста задачи.

Решение

Мысленно сожмем каждый из оврагов в прямую линию. Проложив теперь кратчайший путь, разождем овраги обратно и точки линии, оказавшиеся на разных берегах каждого оврага, соединим мостом. После сжатия оврагов, точка B приобретет координаты $(500, 1200)$, откуда длина пути равна $\sqrt{500^2 + 1200^2} = 1300$.

Ответ

1300

ЗАДАЧА 6

Текст задачи.

*А теперь проваливайте!
Но если вдруг найдете Лаксианский Ключ,
то возвращайтесь и называйте любую цену.*
Роберт Шекли «Лаксианский Ключ»

В руки Грегора и Арнольда попала инструкция по поиску места, где закопан Лаксианский Ключ. Инструкция состоит из строк вида: "D X", где слово D – одно из "N", "S", "E", "W", – задает направление движения (север, юг, восток, запад), а число X – количество шагов, которое необходимо пройти в этом направлении. Напишите программу, которая по этому описанию пути определяет точные координаты места, где спрятан Ключ, считая, что начало координат находится в начале пути, ось OX направлена на восток, ось OY – на север.

Входные данные:

На вход подается натуральное число N - количество строк, а затем последовательность из N строк указанного формата. Гарантируется, что числа не превосходят 1000.

Выходные данные

Необходимо вывести координаты клада "x y" – два целых числа через пробел. Гарантируется, что эти числа не превосходят 1000.

Пример

Входные данные

3

S 3

E 19

N 22

Выходные данные

19 19

Конец текста задачи.

Ответ: загруженный программный код.

ЗАДАЧА 7

Текст задачи.

*Впрочем, по ту сторону неведомого солнца
никакое умение приспособиться не поможет.
Попробуйте выжить, например, в космическом вакууме.
Роберт Шекли «Беличье колесо»*

Оцените отношение энергии, получаемой от Солнца спутником Сатурна Титаном, в перигелии и в апогелии орбиты Сатурна. Приведите полное решение.

Конец текста задачи.

Решение.

Размерами орбиты Титана по сравнению с размерами орбиты Сатурна пренебрегаем. Поток излучения F от Солнца рассчитывается по формуле

$$F = \frac{L_{\odot}}{4\pi r^2}$$

где L_{\odot} - светимость Солнца, r - расстояние от Солнца.

Отношение потоков в перигелии F_p и в апогелии F_a Сатурна составляет

$$\frac{F_p}{F_a} = \frac{L_{\odot}}{4\pi r_p^2} \frac{4\pi r_a^2}{L_{\odot}} = \left(\frac{r_a}{r_p}\right)^2 = 1.25,$$

где $r_a = 10.116$ а.е. - расстояние Сатурна от Солнца в перигелии, $r_p = 9.048$ а.е. - расстояние Сатурна от Солнца в апогелии. Таким образом, система Сатурна в перигелии освещена на 25% сильнее, чем в апогелии.

Ответ: 1.25

ЗАДАЧА 8

Текст задачи.

*Мелдж была маленькая, всеми забытая планета,
на северной окраине галактики, довольно далеко
от торговых маршрутов*
Роберт Шекли «Лаксианский Ключ»

Планета Мелдж находится в системе двойной звезды. Эта система состоит из двух звезд, масса одной из которых в λ раз больше массы другой. Опишите движение звезд системы, если известно, что расстояние между звездами не меняется, а $\lambda = \dots$. Приведите полное решение.

Конец текста задачи.

Варьируемый параметр λ меняется от 1,5 до 4 с шагом 0,5.

Решение

Движение в задаче двух тел происходит по Кеплеровским орбитам, а так как система устойчива, то обе звезды движутся по эллипсам с общим фокусом – барицентром системы. Так как отрезок, соединяющий звезды всегда проходит через этот барицентр, то в тот момент, когда первая звезда проходит перигей своей орбиты, вторая находится в апогее, и наоборот. Если обозначить через a большую полуось малого эллипса, c фокусное расстояние малого эллипса, A большую полуось большого эллипса, C - фокусное расстояние большого эллипса, то из постоянства расстояния между планетами получаем $a + c + A - C = a - c + A + C$, откуда $c = C$, т.е. движение происходит по окружностям. Тогда отрезок, соединяющий звезды, лежит на диаметре каждой из двух окружностей, т.е. период вращения у звезд совпадает. Тогда центробежная сила для каждой из звезд равна $F = M_1 R_1 \omega^2 = M_2 R_2 \omega^2$ (силы равны, поскольку каждая из них равна силе тяготения). Отсюда получаем, что отношение радиусов орбит звезд равно λ (более тяжелая звезда движется по окружности меньшего радиуса).

Критерии проверки:

В задачах, где надо привести только ответ:

- + (10 баллов/9 баллов) – ответ верный/ответ отличается из-за ошибки округления;
- \pm (5 баллов) – ответ неверный, но близок к верному;
- \mp (3 балла) – ответ неверный, но отличается от верного не более, чем в два раза; кроме верного ответа получены другие; в задачах по физике и астрономии: спутан порядок числа в ответе при верной мантиссе;
- · (1 балл) – только для задач по физике и астрономии: ответ отличается от верного не более, чем на порядок.

В задачах, где надо привести решение:

- + (10 баллов) – задача решена верно, решение полное;
- + (8 баллов) – при верной логике решения ответ неверный вследствие несущественной ошибки;
- \pm (5 баллов) – есть верные рассуждения и определенные продвижения, но ответ не получен или принципиально неверный;
- \mp (3 балла) – есть разумные мысли и более ничего;
- (0 баллов) – все остальное.