

Олимпиада «Ломоносов. Космонавтика» 2018/2019

Заочный тур 1

Разминка (все классы)

- 1) Какой физический принцип помогает человеку достичь космоса?
 - а) Принцип относительности (Эйнштейна).
 - б) Принцип независимости движения.
 - в) Принцип реактивного движения, основанный на законе сохранения импульса.
 - г) Принцип Карно

Ответ в)
- 2) Какой самый крупный рукотворный объект существует или существовал в космосе?
 - а) Автоматическая межпланетная станция «Джуно».
 - б) Международная космическая станция.
 - в) Космический корабль «Аполлон» для полетов на Луну.
 - г) Космическая станция «Мир».

Ответ б)
- 3) Зачем космические корабли перед поворотом наклоняются на одно из крыльев?
 - а) Для того, чтобы увеличить скорость движения за счёт использования гравитационных сил.
 - б) Это сокращает время маневра.
 - в) Это заблуждение. В космосе нет атмосферы, и вращательное движение никак не связано с поступательным движением космического корабля.
 - г) Чтобы солнце равномерно освещало и нагревало космический корабль.

Ответ в)
- 4) Кто из людей первым ступил на другое небесное тело и когда?
 - а) Харрисон Шмидт 14 декабря 1972.
 - б) Жан Лу Кретъен 24 июня 1982.
 - в) Нил Армстронг 20 июля 1969.
 - г) Алексей Леонов 18 марта 1965.

Ответ в)
- 5) Может ли спутник, двигаясь вокруг Земли, быть наблюдаем постоянно с одного места на Земле?
 - а) Да, если движется по геостационарной орбите на высоте 36 000 км.
 - б) Нет, это невозможно.
 - в) Любой спутник всегда виден с любого места на Земле.
 - г) Да, если наблюдатель постоянно находится либо на Северном, либо на Южном полюсе.

Ответ а)
- б) Почему на звездных картах не изображают планеты?
 - а) Это историческая традиция – на звездных картах изображают только звезды, а планеты изображают на планетных картах.
 - б) Это неверно. На звездных картах почти всегда изображают не только звезды, но и планеты.

- в) Потому, что планеты перемещаются из созвездия в созвездие.
- г) Потому, что планеты, в отличие от звезд, не видны невооруженным глазом.

Ответ в)

7) Какие метеорные потоки смогут наблюдать жители космической базы на Луне (когда она будет построена) долгими лунными ночами?

- а) Примерно те же, что и на Земле.
- б) Никаких метеоров они наблюдать не смогут.
- в) В основном, метеоры из потока Леониды.
- г) В основном, метеоры из потока Персеиды.

Ответ б)

8) Где на Земле лучше строить космодромы в целях уменьшения затрат на выведение на орбиту 1 кг полезной нагрузки (затраты на содержание космодрома не учитываем)?

- а) В горах на экваторе.
- б) Во льдах на полюсе.
- в) В лесах в Сибири.
- г) В степях в Казахстане.

Ответ а)

9) Для чего нужна астролябия?

- а) Для определения высоты звезды над горизонтом.
- б) Для измерения параллакса звезды.
- в) Для определения звездной величины.
- г) Для измерения расстояния от звезды до Земли.

Ответ а)

10) На данный момент открыты тысячи экзопланет. Каковы результаты наблюдений – что больше (по величине радиуса), звезды или планеты?

- а) Конечно, звезды!
- б) Планеты - современные технические средства позволяют обнаруживать только гигантские планеты.
- в) Бывает по-разному.
- г) Науке это пока неизвестно. Радиусы экзопланет с достоверной точностью еще не измерены.

Ответ в)

Вариант для 7-9 классов

Задача 1

Никогда не поздно будет выключить снова, подумал Коля и повернул переключатель. Возникло тихое жужжание, стрелки приборов на панели дрогнули, и некоторые из них передвинулись. Коля хотел было повернуть выключатель обратно, но тут услышал за спиной негромкий щелчок.

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

Коля Герасимов случайно выбрал на пульте машины времени такую программу, что отправиться он может и в будущее (целое число $x \geq 1984$) и в прошлое (целое число $y \in [0; 1984]$), но только при условии, что $\sqrt{x} + \sqrt{y} = \sqrt{n}$. В какой год может отправиться Коля? В ответ запишите через пробел все возможные значения переменной x .

Варьируемый параметр n выбирается одно число из 2187, 2268, 2312, 2205. Если система такого не позволяет, то надо загрузить четыре варианта текста задачи.

Решение. Вариант $n=2187$. Раскладываем 2187 в произведение 27^2 и 3. Тогда $x = a^2 \cdot 3$, $y = b^2 \cdot 3$. Получаем $a + b = 27$. Перебираем варианты $a = 27, b = 0; a = 26, b = 1$. Тогда $x = 2028, y = 3$. При $a \leq 25$ получаем $x \leq 1984$, что не подходит по условию. **1 балл.**

Задача 2

Коля повернул переключатель «Пуск», но ничего не произошло. Тогда он понял, что поспешил.

Надо сначала повернуть переключатель на «Вкл.». Так он и сделал. Дверь закрылась. Он снова повернул переключатель «Пуск», и снова ничего не произошло. Значит, рассудил Коля, он еще чего-то не сделал.

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

Коля Герасимов пытается разобраться в электрической схеме машины времени (см.

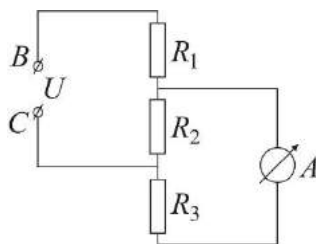


рисунок). Он выяснил, что сопротивления резисторов $R_1 = 1$ Ом, $R_2 = 2$ Ом, $R_3 = 3$ Ом. Напряжение между точками B и C постоянно и равно U В. Какой ток I показывает амперметр A в цепи? Сопротивление амперметра считайте пренебрежимо малым. Ответ приведите в амперах, округлив до десятых.

Варьируемый параметр U выбирается от 10 до 30 с шагом 2.

Решение. Поскольку сопротивление амперметра равно нулю, напряжения на резисторах R_2 и R_3 совпадают друг с другом и равны произведению общего тока I_0 , текущего в цепи

источника, на сопротивление данного участка, т.е. $I_0 \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}$. Ток I_0 найдем, используя

закон Ома для замкнутой цепи, а именно $I_0 = \frac{U}{R_1 + R_2 R_3 / (R_2 + R_3)} = \frac{U(R_2 + R_3)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$.

Через амперметр и через резистор R_3 течет один и тот же ток $I = \frac{R_2}{R_2 + R_3} I_0$. Объединяя записанные выражения, находим, что ток через амперметр $I = \frac{UR_2}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$.

Ответ: $I = \frac{UR_2}{R_1R_2 + R_1R_3 + R_2R_3}$. **1 балл.**

Задача 3

Но старик не обращал внимания на ответы Коли.

Ему самому нравилось говорить.

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

В ходе разговора с Колей дедушка Павел вспоминал свою молодость. «У писателя Михаила Пришвина», - сказал он, - «есть такое наблюдение: «Не знаю, чем это объясняется, но Большую Медведицу начинаешь замечать почему-то с осени». Чем Вы это можете объяснить, мой юный друг?» Дайте развернутый ответ на этот вопрос.

Варьируемых параметров нет.

Решение. В наших северных широтах летом поздно темнеет, и даже в середине ночи северный сегмент неба, где располагается Ковш Большой Медведицы не темнеет окончательно, поскольку Солнце опускается неглубоко под горизонт. Это делает Ковш малозаметным. **1 балл.**

Задача 4

Коле неудобно было заглядывать сбоку, он только услышал,

как мелодичный женский голос произнес:

«... Фестиваль на Луне обещает быть самым интересным зрелищем этого года...

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

Фестиваль на Луне проходит в соответствии с расписанием: 12 апреля раз в три года. Кроме того, 12 апреля каждого високосного года проходит дополнительный фестиваль. Если плановый фестиваль совпадает по времени с дополнительным, то они объединяются в один общий фестиваль. Первый фестиваль состоялся в N году. Про какой по счету фестиваль слышит Коля, если он оказался в будущем, 11 апреля 2084 года? Напишите программу, которая отвечает на этот вопрос. **1 балл.**

Входные данные: число N , $1984 \leq N \leq 2084$

Выходные данные: целое число, равное номеру фестиваля.

Пример: Входные данные `2070`. Выходные данные `8`. Действительно, фестивали прошли в 2070, 2072 (дополнительный фестиваль), 2073, 2076 (объединенный фестиваль), 2079, 2080 (дополнительный), 2082 и 2084 (дополнительный) годах.

Задача 5

– Очень приятно, – сказал двухметровый аквариум на трех ногах. Внутри аквариума сидела небольшая синяя лошадь. Перед ее мордой висел в воде микрофон, а снаружи аквариума высывался небольшой рупор. – И не смотрите на меня квадратными глазами, молодой человек. Я же не виноват в том, что на Земле никуда не годная атмосфера и приходится ходить в скафандре.

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).



Для проживания семьи из трех инопланетян приготовили три сообщающихся сосуда с ртутью. В левый сосуд налили слой воды высотой $h_1 = 180$ мм, а в правый – высотой h_3 мм. На какую величину h_2 сместится уровень ртути в среднем сосуде, если известно, что ртуть из левого и правого сосудов не вытесняется водой полностью? Плотность ртути $\rho = 13,6$ г/см³, плотность воды $\rho_{\text{в}} = 1$ г/см³. Ответ приведите в миллиметрах, округлив до десятых.

Варьируемый параметр h_3 выбирается от 200 до 300 с шагом 10.

Решение. Пусть h_0 – высота начального уровня ртути в сосудах. После того, как нальют воду, уровень ртути в левом сосуде опустится на Δh_1 , в правом – опустится на Δh_3 , а в среднем – повысится на $\Delta h_1 + \Delta h_3$. Жидкости будут находиться в равновесии при равенстве давлений ртути на уровне трубки, соединяющей сосуды: $\rho_{\text{в}} h_1 g + \rho(h_0 - \Delta h_1) g = \rho(h_0 + \Delta h_1 + \Delta h_3) g$,
 $\rho(h_0 + \Delta h_1 + \Delta h_3) g = \rho_{\text{в}} h_3 g + \rho(h_0 - \Delta h_3) g$. Из этих равенств, следует, что $\rho_{\text{в}} h_1 = \rho(2\Delta h_1 + \Delta h_3)$, $\rho_{\text{в}} h_3 = \rho(\Delta h_1 + 2\Delta h_3)$, или $\rho_{\text{в}}(h_1 + h_3) = 3\rho(\Delta h_1 + \Delta h_3)$. Учитывая, что $\Delta h_1 + \Delta h_3 = h_2$, получаем, что $h_2 = \frac{\rho_{\text{в}}}{3\rho}(h_1 + h_3)$.

Ответ: $h_2 = \frac{\rho_{\text{в}}}{3\rho}(h_1 + h_3)$. **1 балл.**

Задача 6

– Разве не видишь? – удивился мальчик. – Работаем.

– Понятно, что работаете. А над чем?

– Над спутником. Разве не похоже?

– Похоже, – сказал Коля. – Модель?

– Что мы, маленькие, что ли? Обыкновенный спутник связи, по школьной программе. Разве у вас в школе не делают?

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

Спутник движется вокруг Земли по круговой орбите высотой 400 км. Если центр управления передает спутнику команду *A*, то спутник увеличивает высоту орбиты на 100 км. Команда *B* велит спутнику увеличить высоту на 200 км. Пользуясь командами *A* и *B*, необходимо изменить орбиту с начальной (400 км) до высоты n км. Сколькими разными способами можно это сделать? Напишите программу, которая отвечает на этот вопрос. **1 балл.**

Входные данные: число n . Предполагается, что вводятся числа от 500 до 100000, кратные сто.

Выходные данные: целое число, равное числу способов.

Пример 1: Входные данные `600`. Выходные данные `2`. Действительно, команды для вывода на эту орбиту: либо `AA`, либо `B`.

Пример 2: Входные данные `900`. Выходные данные `8`. Действительно, команды для вывода на эту орбиту: либо `AAAAA`, либо `BAAA`, либо `BAAA`, либо `AABA`, либо `AAAB`, либо `BBA`, либо `BAB`, либо `ABB`. Всего 8 способов.

Задача 7

Вот! – прошипел Крыс. – Вот сюда мы и отправимся.

Может, даже какую-нибудь выгоду найдем.

Там нас никто не догадается искать.

Его тонкий синтетический палец, скрывавший коготь,
уперся в кнопку, под которой было написано: «КОСМОЗО»
Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостя из будущего»).

основаниями AD и BC и прямым углом A . Центральная часть Космозо имеет форму круга, вписанного в эту трапецию. В центре круга (точка O) находится Алиса Селезнева. От углов C и D ограды к Алисе бегут космические пираты. Коля бежит к Алисе от калитки, расположенной в точке касания круга со стороной AB . Какое наименьшее расстояние должен преодолеть Коля, чтобы добежать до Алисы, если $OC = a, OD = b$?

Варьируемые параметры $\{a, b\}$ выбираются из множества $\{6, 8\}, \{5, 12\}, \{7, 24\}, \{8, 15\}, \{9, 12\}$. Если система такого не позволяет, то надо загрузить четыре варианта текста задачи.

Решение. Пусть K – точка касания вписанной окружности со стороной AB . Требуется найти OK . Заметим, что угол COD прямой, поскольку CO и DO – биссектрисы соответствующих углов. Значит $CD=10$. Обозначим через R радиус вписанной окружности. Тогда $OK=R, AB=2R$. Проведем перпендикуляры OM и ON к сторонам BC и AD соответственно. Из теоремы Пифагора $MC = \sqrt{36 - R^2}, ND = \sqrt{64 - R^2}$. Воспользуемся свойством описанного четырехугольника $BC + AD = AB + CD$. Получаем уравнение $2R + \sqrt{36 - R^2} + \sqrt{64 - R^2} = 2R + 10$. Отсюда $R = 4,8$.

Ответ: 4,8. **1 балл.**

Задача 8

Алиса уже сидела верхом на динозавре, и тот, осторожно ступив в воду, чтобы не забрызгать свою подругу, поплыл по пруду, а утки-перевертыши, розовые гуси, птицы с иголками словно у ежей и другие странные создания расплывались, как лодки перед пассажирским теплоходом, уступая дорогу.
Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостя из будущего»).

Пираты решили поплыть по пруду за Алисой на прямоугольном плоту толщиной h см. Когда Крыс залез на плот, то плот погрузился в воду, но его верхняя грань все еще возвышалась над поверхностью воды на $h_1 = 8$ см. Когда на плот залез Весельчак У, то плот утонул. А если бы масса Весельчака У была равна массе Крыса, то плот опустился бы всего лишь на один сантиметр (т.е. высота верхней грани плота над поверхностью воды стала бы равной $h_2 = 7$ см). Найдите отношение n массы плота к массе Крыса. Ответ округлите до одного знака после запятой.

Варьируемый параметр h брать от 10 до 15 с шагом 0,5.

Решение. Обозначим через M массу пенопласта, через m массу солдатика, а через S – площадь листа пенопласта. Условия плавания пенопласта с одним и двумя солдатиками имеют вид соответственно $(M + m)g = \rho_0 S(h - h_1)g$, $(M + 2m)g = \rho_0 S(h - h_2)g$. Здесь ρ_0 – плотность воды. Отсюда находим, что $m = \rho_0 S(h_1 - h_2)$, $M = \rho_0 S(h - 2h_1 + h_2)$.

Следовательно, $n = \frac{M}{m} = \frac{h - 2h_1 + h_2}{h_1 - h_2}$. **Ответ:** $n = \frac{h - 2h_1 + h_2}{h_1 - h_2}$. **1 балл.**

Задача 9

Весельчак У считал себя великим хитрецом. А если перехитрить было некого, то он садился сам с собой играть в карты и сам себя обыгрывал, при этом отчаянно жулил. Совсем другим был его друг Крыс с мертвой планеты Кроккрыс. Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

На планете Кроккрыс никогда не наступает ночь, потому что эта планета вращается вокруг двойной звезды, и к моменту захода первого солнца уже встает второе. А можно ли на Земле наблюдать нижнюю кульминацию Солнца? Если можно, то где и когда? Если нельзя, то почему? Дайте развернутый ответ.

Варьируемых параметров нет.

Решение. Нижнюю кульминацию Солнца можно наблюдать за полярным кругом летом, когда Солнце в течение нескольких суток не опускается под горизонт. **1 балл.**

Задача 10

Коле никто не мешал. Раз мимо прошла какая-то семья, но Коля прикрыл ножик ладонью и сделал вид, что рассматривает кусты.

Коля вырезал на спинке большими печатными буквами:

КОЛЯ, 6-Й КЛАСС «Б», 26-Я ШКОЛА

Кир Булычев. Сто лет тому назад (кинофильм «Гостья из будущего»).

Пираты и Алиса Селезнева разыскивают Колю Герасимова. Весельчак У выкрал у Алисы записку, на которой она написала номер школы и номер класса Коли, но по дороге завернул в нее пончик, поэтому часть информации теперь безвозвратно утеряна.


х62,

информации теперь безвозвратно утеряна. Хитроумный Крыс догадался, что Алиса записала информацию обычным числом ху62 или хуз62 (на самом деле – это число

2662, но ведь номера школ бывают и однозначные, и двузначные, и трехзначные; последняя цифра 2 означает букву Б), а затем перевела это число в двоичную систему. Однако двоичное число теперь тоже неизвестно в точности и даже неясно, сколько в нем цифр. Какие школы будут посещать пираты в поисках Коли? В ответе перечислите все возможные номера школ через пробел. Не забудьте, что в 1984 году номера школ содержали не более трех цифр.

Варьируемых параметров нет.

Решение. Переводим написанное число из двоичной системы в десятичную – получаем 614. Нам неизвестно, сколько цифр двоичного разложения потеряно, но в любом случае, неизвестное число равно $1024k + 614$. Получить мы должны четырехзначное или пятизначное число с 62 на конце. Тогда $1024k + 552$ делится на 100. Тогда и $24k + 52$ делится на 100. Запишем уравнение $24k + 52 = 100n$, сократим на 4 и подберем решение $k = 2, n = 1$. Положим $p = k - 2, q = n - 1$. Уравнение примет вид $6p = 25q$. Тогда p делится на 25, т.е. $k = 2 + 25l$. Перебираем варианты. При $k = 2$ получаем школу номер 26. При $k = 27$ получаем школу номер 282, при $k=52$ получаем школу номер 538, при $k=77$ получаем школу номер 794, а при $k=102$ номер получаем 1050, а он четырехзначен.

Ответ. 26 282 538 794 **1 балл.**