ОЛИМПИАДА ПО ФИЗИКЕ 2022-23 С РЕШЕНИЯМИ

7 КЛАСС

1. ***Катя, Таня и Оля купили по порции мороженого и принесли его домой. Катя положил свое мороженое в блюдце на стол, Таня, накрыла свое мороженое толстым слоем ваты, а Оля поставила свое мороженое под струю вентилятора. Чье мороженое дольше всех не растает?***

Решение. Мороженое Оли все время будет окружать воздух, имеющий комнатную температуру, мороженое Тани будет окружать воздух, имеющий температуру самого мороженого, а мороженое Оли будет окружать воздух, немного охладившийся от воздействия мороженого. Поэтому мороженое Тани не растает дольше всех

1. ***Из одного куска пластилина вылепили фигурку и ее копию, только в 3 раза большей высоты. Какова масса копии, если масса оригинала 10 г?***

Решение. Все размеры копии должны быть увеличены в 3 раза, поэтому ее объем будет больше оригиналы в 27 раз и составит 270 г.

1. ***Пройдя половину пути, катер увеличил скорость на 25% и поэтому прибыл на полчаса раньше. Сколько времени он двигался.***

Решение. Пусть - первоначальная скорость катера, - весь путь, тогда:



Ответ: через 4,5 часа.

1. ***Когда пассажир едет в автобусе, то навстречу ему попадаются автобусы того же маршрута каждые 5 мин. Какое максимальное время ему придется ждать на остановке до прихода автобуса? Считать, что автобусы в обоих направлениях движутся с одинаковой скоростью, а на остановках стоят очень мало.***

Решение. Пусть расстояние между двумя автобусами, движущимися в одном направлении l, а скорость автобуса v, тогда время ожидания автобуса на остановке t1=. При движении навстречу время между двумя встречами автобусов, движущихся в разных направлениях t2=.Значит, t1=2t2= 2·5 мин = 10 мин.

1. *Плотность сухого песка равна 2,25·103 кг/м3, а плотность очень влажного песка, насыщенного водой, равна 2,7·103 кг/м3. Найдите среднюю плотность песчинок.*

Решение. Один кубический метр влажного песка имеет массу 2700 кг, а один кубический метр влажного песка имеет массу 2250 кг. Это происходит потому, что вода занимает пространство между песчинками, которое в сухом песке занимает воздух.

Значит, масса воды, содержащаяся в кубометре влажного песка, составляет

2700 кг – 2250 кг =450 кг. Объем этой воды равен: 450 кг : 1000 кг/м3 = 0,45 м3 . Значит, объем песчинок в кубометре сухого песка составляет 1 м3 – 0,45 м3= 0,55 м3. Тогда плотность песчинок равна: 2250 кг: 0,55 м3 = 4090 кг/м3.

8 класс

***1.Человек, несший автомобильную камеру, решил облегчить ношу. Для этого он накачал камеру, увеличив ее объем и рассчитывая использовать выталкивающую силу воздуха. Достиг ли он цели?***

Решение. Нет, поскольку человек значительно увеличил вес своей шоши – плотность сжатого воздуха в камере больше плотности наружного воздуха.

***2. На земле лежит слой снега толщиной h = 50 см. Давление снега на землю (без учета атмосферного давления) равно р = 450 Па. Погода морозная, и снег состоит из воздуха и льда. Определите, сколько процентов объема снега занимает лёд, а сколько процентов – воздух. Плотность льда равна ρ = 0,9 г/см3. Ускорение свободного падения считать равным g =10 м/с2.***

Решение. Пусть η – часть объёма снега, занимаемая льдом, S – площадь, на которую давит снег. Тогда снег массой m = ρлShη оказывает давление р = mg/S =(ρлShη)g /S = ρлghη. Отсюда η = p/(ρлgh) = 0,1. Таким образом, лед занимает 10 % объёма снега.

*3. По шоссе равномерно движется длинная колонна автомобилей. Расстояния между соседними автомобилями в колонне одинаковы. Едущий по шоссе в том же направлении инспектор полиции обнаружил, что если его скорость равна v1 = 36 км/ч, то через каждые τ1 = 10 с его обгоняет автомобиль из колонны, а при скорости v2 = 90 км/ч через каждые τ2 = 20 с он обгоняет автомобиль из колонны. Через какой промежуток времени будут проезжать автомобили мимо инспектора, если он остановится?*

Решение. Прежде всего, заметим, что v1 = 36 км/ч = 10 м/c, v2 = 90 км/ч = 25 м/c. Пусть l – расстояние между машинами в колонне, u – скорость автомобилей в колонне, τ3 – искомое время. Тогда справедливы уравнения:

(u – v1)τ1 = l, (v2 – u)τ2 = l, uτ3 = l.

Решая данную систему, получим:

u = (v2τ2+v1τ1)/ (τ2+τ1) = 20 м/с; l = (u – v1)τ1 = 100 м; τ3 = l/u = 5 c.

Ответ: через 5 секунд.

***4. На плоском дне водоема глубиной h=5 м лежит золотой слиток, имеющий форму куба с ребром a=1 дм. Плотность золота ρк=19 300 кг/м3. К центру верхней грани прикреплен прочный трос, за который тянем куб вверх. Какую силу нужно приложить к тросу, чтобы оторвать камень от дна? Плотность воды ρв=1000 кг/м3. Атмосферное давление ра= 100 кПа.***

 ***Известно, что под лежачий золотой слиток вода не течет.***

Решение.

Необходимо преодолеть: силу тяжести, силу атмосферного давления, силу гидростатического давления:

F= ρкa3g + paa2+ ρвg(h-а)a2 = 19 300 кг/м3 · 0,001 м3 · 9,8 Н/ кг +

+ 1,00 · 105 Па · 0,01 м2 + 1000 кг/м 3 · 9,8 Н/кг·4,9 м ·(0,1 м)2 ≈1,67 кН.

*5. В сосуде находится лед при температуре  Туда влили воду массой кг, взятую при температуре  Какая температура установилась в сосуде, если конечный объем его содержимого равен л? Чему равна масса содержимого сосуда? Плотности воды и льда кг/м3,  кг/м3, их удельные теплоемкости Дж/(кг)*

*и  Дж/(кг), удельная теплота плавления льда кДж/кг. Теплоемкостью сосуда и потерями тепла пренебречь.*

 Решение.

Заметим, что 1000 кг/м3=1 кг/л и 900 кг/м3 = 0,9 кг/л.

 Масса воды при охлаждении до  отдает количество теплоты , достаточное для плавления льда кг. Объем кг воды и 0,3 кг растаявшего льда составит л, что меньше объема содержимого сосуда. Следовательно, оставшиеся 0,3 л занимает лед в твердом состоянии массойкг,

конечная температура смеси равна , масса содержимого сосуда равна

9 класс

1. ***Когда жители Земли движутся быстрее вокруг Солнца – в полдень или в полночь?***

Решение.

Земля вращается вокруг Солнца против часовой стрелки и вокруг своей оси протии часовой стрелки.

В полночь, поскольку тогда скорость собственного вращения Земли добавляется к орбитальной скорости движения Земли вокруг Солнца, а в полдень – вычитается из нее.

***2. Ускорение ракеты возрастает даже в том случае, когда равно­действующая приложенных к ней сил остается неизменной. Почему?***

Решение. Ускорение растет из-за уменьшения массы ракеты.

***3. Автомобиль едет все время по прямой, его скорость за первый час была 40 км/ч. В течение второго часа он «прибавил» и ехал равномерно, и средняя скорость за первые два часа составила 60 км/ч. Потом он снова прибавил скорости, и средняя скорость за первые три часа оказалась 70 км/ч. Найти среднюю скорость движения на первой и второй половинах пути.***

Решение. Легко сообразить, что 1 ч скорость была 40 км/ч, затем 1 ч скорость 80 км/ч, третий час – скорость 90 км/ч.



Путь 

Половина пути 105 км.

Время прохождения первой половины пути равно:



Средняя скорость на первой половине:



Время прохождения второй половины пути равно:



Средняя скорость на первой половине:



ОТВЕТ:υ1 = 57,93 км/ч; υ2 = 88,42 км/ч.

***4. Пассажир бежит вниз по эскалатору, идущему вниз, и считает ступеньки. Пробежав весь эскалатор, он насчитал 120 ступенек. Проделав то же самое на эскалаторе, идущем вверх, он насчитал 180 ступенек. Сколько ступенек он насчитал бы на неподвижном эскалаторе?***

Решение. Введем обозначения:

скорость человека относительно эскалатора; скорость эскалатора; время движения человека вниз по эскалатору, время движения человека вверх по эскалатору; число ступенек, которое насчитал бы человек на неподвижном эскалаторе. Тогда справедливы следующие равенства:



Выразим величины ииз (3) и (4) и подставим их в (1) и (2) соответственно, получим:

 Ведем обозначение: . Тогда равенства (5) и (6) примут вид:  Приравнивая левые части уравнений (7) и (8), получим: . Подставляя значение в (7), найдем искомое значение : 

Ответ: 144 ступеньки.

1. ***Футбольный мяч при движении в воздухе испытывает силу сопротивления, пропорциональную квадрату скорости мяча относительно воздуха. Перед ударом футболиста мяч двигался в воздухе горизонтально со скоростью V1 = 20 м/с и с ускорением a1=13 м/c2. После удара мяч полетел вертикально вверх со скоростью V2 = 10 м/с. Каково ускорение мяча сразу после удара?***

Решение. Из условия задачи известно, что сила сопротивления воздуха, действующая на мяч, пропорциональна квадрату его скорости:, где - некоторый коэффициент пропорциональности. Пусть масса мяча равна . Запишем применительно к мячу втрой закон Ньютона для момента непосредственно перед ударом, когда мяч летел горизонтально, и сразу после удара, когда он полетел вертикально вверх:

.

Здесь - искомое ускорение мяча сразу после удара. Решая полученную систему уравнений и полагая м/с2, найдем это ускорение:

 м/с2.

10 класс

***1. Круг радиусом R катится по кругу радиусом 4R. Сколько обо­ротов совершит малый круг по возвращении в первоначальное положение?***



Решение. При прохождении ¼ большой окружности малый круг совершает 1 ¼ оборота. (Убедитесь самостоятельно.) Поэтому при полном обороте вокруг большого круга маленький круг совершит 4⋅1 ¼ = 5 оборотов.

***2. На гладком горизонтальном столе лежит очень жесткий тонкий стержень длиной 1 м. Четыре одинаковые пружинки прикреплены к стержню: одна к левому краю, две – к правому и одна – к середине. В начальный момент все пружинки перпендикулярны стержню и натянуты, но силы натяжения очень малы. Удлиним «серединную» пружинку, сдвинув точку А (конец этой пружинки) вдоль направления пружинки на 1 см. Найти натяжения каждой из пружинок в растянутом состоянии. Жесткость пружинки 110 Н/см.***



Решение. Стержень немного «перекосится», смещения его концов будут неодинаковыми. Правый конец сместится на вдвое меньшую величину d (две пружины, такая же сила – моменты этих сил относительно середины стержня одинаковы), левый конец сместится на 2d, смещение середины стержня 1,5d. Удлинения пружин: левой 2d, правых – каждой d, средней (1 см – l,5d). Из условия равновесия сил: k⋅2d + 2kd = k(l – l,5d), отсюда d = (2/11) см. Тогда натяжения пружин 40 Н, 20 Н, 20 Н, 80 Н.

1. ***В Сингапуре решили построить супер-небоскреб: по замыслу архитектора жильцы верхнего этажа должны постоянно находиться в состоянии невесомости. Определите высоту небоскреба. Учтите: Сингапур расположен практически на экваторе.***

Решение. Жилец верхнего этажа находится в том же положении, что и искусственный спутник Земли, находящийся на стационарной орбите. Для него справедливо уравнение 2-го закона Ньютона: mω2(R+h)=GmM/(R+h)2, где m – масса жильца, ω – угловая скорость вращения Земли: ω = 2π/T = 2π/(24·86400) рад/с, G = 6,67·10-11 Н·кг2/м2, М – масса Земли, R = 6400 км – радиус Земли, h – искомая высота. С учетом того, что g=GM/R2, получим: mω2(R+h)= mgR2/(R+h)2, отсюда h=

=-R. Подставляя численные значения, получим: h≈36·103км.

***4. В двухлитровую пластиковую бутыль через короткий шланг накачивается воздух до давления 2 атм. Шланг пережимается, и к нему присоединяется герметичный тонкостенный полиэтиленовый пакет большой ёмкости (больше 10 л) без воздуха, внутри. Бутыль вместе с пакетом кладут на одну чашку весов и уравновешивают гирями, которые помещают на другую чашку, а затем зажим ослабляется. Воздух из бутыли перетекает в пакет, и равновесие весов нарушается. Груз какой массы и на какую чашку весов нужно положить, чтобы равновесие весов восстановилось? Плотность воздуха равна 1,3 кг/м3, ускорение свободного падения считать равным 10 м/с2.***

Решение. Суммарная масса воздуха внутри бутыли и пакета после перетекания воздуха из бутыли в пакет не изменилась. Следовательно, суммарная сила тяжести, действующая на обе оболочки и воздух внутри них, осталась прежней. Однако изменился суммарный объём, который занимают вместе бутыль и пакет, так как после ослабления зажима часть воздуха из бутыли перешла в пакет. Давление в пакете стало равным 1 атм, значит, такое же давление установилось и в бутыли. Воздух, который в бутыли занимал объём 2 л при давлении 2 атм, теперь при давлении 1 атм занимает объём 4 л. Таким образом, в пакете оказалось 2 л воздуха, и суммарный объём увеличился на 2 л. На бутыль и пакет со стороны воздуха действует выталкивающая (Архимедова) сила. Приращение этой силы равно:

ΔFA = 0,002 м3 ⋅ (1,3 кг/м3) ⋅ (10 м/с2) = 0,026 Н.

Таким образом, для того чтобы равновесие весов восстановилось, нужно на ту же чашку, где находится бутыль и пакет, добавить гирьки суммарной массой М = ΔFА/g = 2,6 г.

***5.Сплошной шарик из алюминия диаметром 1 см бросили в 50%-й раствор азотной кислоты. В данных условиях с одного квадратного сантиметра поверхности растворяется 10-4 г алюминия в час. Через какое время шарик полностью растворится в кислоте? Плотность алюминия г/см3.***

Решение. Рассмотрим процесс коррозии. Пусть в некоторый момент времени шарик имел радиус  и площадь поверхности , и пусть за маленький промежуток времени радиус шарика вследствие коррозии уменьшился на величину . Тогда объем растворенного за это время алюминия будет равен . С другой стороны масса растворенного за время алюминия равна , где г/(см2·ч) – количество граммов металла, растворяющегося за один час с одного квадратного сантиметра поверхности. Приравняем полученные выражения: =.

Отсюда скорость уменьшения радиуса шарика равна: .

Мы видим, что радиус шарика уменьшается с постоянной скоростью. Теперь можно получить ответ задачи. Ясно, что шарик растворится полностью тогда, когда изменение его радиуса  станет равно половине его начального диаметра. Тогда из последней формулы получаем:

.