

МОШ, 2024/25, заключительный этап, 7 класс

Условия, ответы и решения

1 Туман на реке

Ровно в полдень от пристани A к пристани B вниз по течению реки отправились катер и моторная лодка. Скорости катера и лодки относительно воды равны $v_1 = 40$ км/ч и $v_2 = 25$ км/ч соответственно. Скорость течения реки $u = 5$ км/ч. Когда катер прошёл треть всего пути, на реку опустился густой туман, вследствие чего капитан катера решил не рисковать и заглушил мотор. Катер продолжил свой путь, дрейфуя по течению и не причаливая к берегу. Дрейф в тумане продолжался 30 минут, пока туман не рассеялся. После этого катер, не изменяя направление движения, продолжил свой путь с первоначальной скоростью относительно воды. Всё это время моторист продолжал вести лодку на свой страх и риск, не сбавляя скорости. К пристани B катер и лодка причалили одновременно.

1. В какое время катер и лодка подплыли к пристани B ?
2. Какое максимальное расстояние (по реке) было между катером и лодкой в процессе движения?

Подсказка

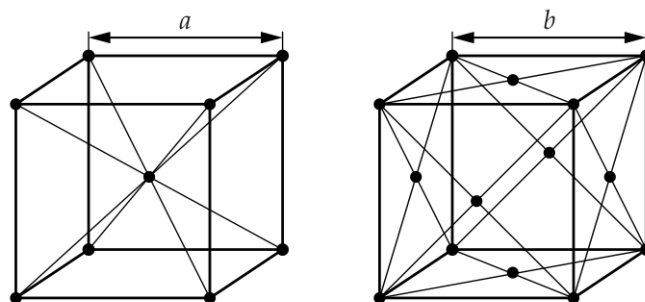
Запишите время движения катера и лодки как сумму участков с разными скоростями относительно берега (по течению $v + u$, при дрейфе u) и приравняйте их. Расстояние между судами меняется линейно на каждом участке, поэтому максимум достигается в один из моментов смены режима движения катера.

Ответ

1) катер и лодка подошли к пристани B в 13:20; 2) максимальное расстояние $S \approx 8,1$ км, оно достигается в момент рассеивания тумана.

2 Полиморфное превращение

Некоторые вещества при определённых температуре давлении могут изменять тип своей кристаллической решётки. Железо при температуре 911°C проявляет полиморфизм — решётка перестраивается из кубической объёмноцентрированной в кубическую гранецентрированную. Ячейки этих решёток изображены на левом и правом рисунках соответственно, чёрными кружками обозначено положение атомов железа.



Отношение размеров ячеек равно $\frac{b}{a} = 1,247$. На сколько процентов изменяется плотность железа в процессе такого полиморфного превращения?

Подсказка

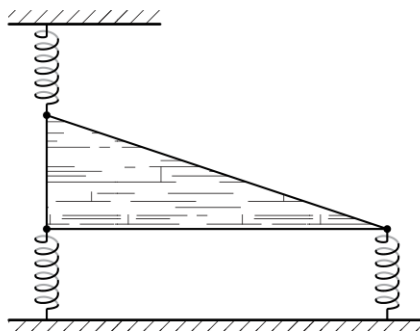
Подсчитайте, сколько атомов в среднем приходится на одну ячейку каждого типа (атом в вершине принадлежит нескольким ячейкам сразу), и сравните плотности как отношения массы ячейки к её объёму.

Ответ

плотность возрастёт примерно на 3%.

3 Треугольник на пружинках

Однородная пластина в форме прямоугольного треугольника соединена с тремя вертикальными пружинами жёсткостью 100 Н/м каждая. Пластина находится в положении устойчивого равновесия, при котором её основание горизонтально. Деформация двух пружин составляет 10 см, а деформация третьей — иная.



Определите массу пластины. Деформация какой пружины отличается от двух других? Чему равна деформация этой пружины? Длины пружин на рисунке условны.

Указание. Равновесие называется устойчивым, если после небольших внешних воздействий тело возвращается в исходное состояние равновесия.

Подсказка

Центр тяжести однородного треугольника лежит в точке пересечения медиан. Запишите условия равенства нуля суммы сил и суммы моментов (например, относительно вершины с прямым углом), перебрав, какие пружины растянуты, а какие сжаты.

Ответ

$m = 3$ кг; верхняя пружина растянута на 30 см.

4 Выбор часов

Лаборатории нужны часы для измерения длительности различных процессов. Для выбора наиболее точного прибора были проведены два независимых теста точности хода часов A , и B . Первый, краткосрочный тест, включал фиксацию показаний часов в полдень каждого из пяти последовательных дней относительно эталонного времени (12:00:00). Результаты теста представлены в таблице.

День	Часы A	Часы B	Часы V
1	12 : 00 : 11	12 : 00 : 01	11 : 59 : 47
2	12 : 00 : 10	12 : 00 : 00	11 : 59 : 47
3	12 : 00 : 10	12 : 00 : 02	11 : 59 : 47
4	12 : 00 : 11	12 : 00 : 01	11 : 59 : 45
5	12 : 00 : 10	11 : 59 : 58	11 : 59 : 47

В долгосрочном эксперименте, длившемся несколько месяцев, показания часов фиксировались в полдень первого числа каждого месяца. Результаты приведены в таблице, представленной ниже.

Месяц	Часы A	Часы B	Часы V
Январь	12 : 00 : 10	12 : 00 : 01	11 : 59 : 47
Февраль	12 : 00 : 11	12 : 00 : 07	11 : 59 : 45
Март	12 : 00 : 12	12 : 00 : 11	11 : 59 : 47
Апрель	12 : 00 : 13	12 : 00 : 16	11 : 59 : 48
Май	12 : 00 : 15	12 : 00 : 25	11 : 59 : 46

Расположите часы A , и B по степени точности использования их при измерениях времён различных процессов (как краткосрочных, так и долгосрочных). Объясните почему.

Подсказка

Для измерения длительностей важен не сам сдвиг относительно эталона, а то, насколько он постоянен: смотрите, как меняются показания от измерения к измерению.

Ответ

порядок от лучших к худшим: A , B , V .