**Решения олимпиадных заданий для 7 класса 2022/2023 учебный год**

**Задача 1:** По графикуопреде­ляется значение средней скорости, то есть весь путь автомобиля *s* к этому моменту, деленный на время движения *t.* Отсюда пройденное расстояние от точки старта *s = <v>∙t.* Это значит, что значение *s* в любой момент *t* мы можем получить, взяв точку графика в момент *t* и перемножив ее координаты.

Пользуясь этим, определим в какие моменты времени Василий находился на расстоянии *L =* 12 км от точки старта.

Мысленно разобьём график на отрезки ломаной линии:

1-й — при *t* от 0 до 3 минут; 2-й — при *t* от 3 до 5 минут;

3-й — при *t* от 5 до 6 минут; 4-й — при *t* от 6 до 7 минут;

5-й — при *t* от 7 до 9 минут и т.д.

Найдем минимальное и максимальное значение *s* на каждом отрезке.

На 1-м отрезке значение *s* находится в промежутке от 0 до 15 км, соответственно, в какой-то момент времени Василий точно будет на расстоянии 12 км от точки старта. Так как средняя скорость постоянна и равна *v1 =* 5 км/мин, то это произойдет в момент времени *t = L/v =* 2,4 минуты (или 2 минуты 24 секунды).

На 2-м отрезке значение *s* уменьшается с 15 км до 5 км, т.е. есть еще один момент времени, когда Василий был на расстоянии 12 км. Из графика видно, что точка с координатами *(t =* 4 мин., <*v>* = 3 км/мин.) дает *s = <v>∙t =* 12 км.

На 3-м отрезке значение *s* менялось от 5 до 6 км, поэтому там не может быть точек, в которых s = 12 км. На 4-м отрезке значение *s* менялось от 6 до 10,5 км, и он также не подходит.

На 5-м отрезке значение *s* менялось oт 10,5 до 13,5 км. Значит, Василий снова пересек отметку 12 км. При средней скорости <*v>* = 1,5 км/мин. несложно догадаться, что это будет в момент времени *t = L/v5 = 8* мин.

Аналогично рассуждая, получим, что на оставшихся отрезках расстояние *s* всегда больше 13,5 км.

Ответ: Было три момента времени, удовлетворяющих условию: *t* = 2 мин. 24 с, *t =* 4 ми­н., *t =* 8 мин.

Критерии оценивания решения задачи 1:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Элемент решения | Кол-во баллов |
| 1. | Приступил к решению | 1 |
| 2. | Догадался, что речь идёт о средней скорости, а не о мгновенной | 2 |
| 3. | Записал формулу для средней скорости | 1 |
| 4. | За каждый правильный ответ по 2 балла | 6 |
| 5. | Итого | **10** |

**Задача 2:** Пусть относительно начального уровня воды в сосудах в узком сосуде уровень воды понизится на h2, а в широком повысится на h1. Тогда давление столба керосина высотой Н в узкой трубке будет равно: p1 = g ρк Н,

давление воды в широкой трубке равно: p2 = g ρв (h1 + h2), где ρк – плотность керосина и ρв – плотность воды. Так как жидкости находятся в равновесии, то

g ρк Н = g ρв (h1 + h2), или ρк Н = ρв (h1 + h2).

Воду считаем несжимаемой жидкостью, поэтому уменьшение объёма в узкой трубке площадью S должно быть равно увеличению объёма в широкой трубке площадью 4S: Sh2 = 4Sh1, или h2 = 4h1.

Определим h1 = ρк Н/ 5 ρв.

Получаем h1 = 3,2 см и h2 = 12,8 см – на столько уменьшится уровень воды в узком сосуде. Тогда получим изменение давления на дно узкого сосуда после доливания в него керосина равно:

∆p = pк – pв = g ρк Н - g ρв h2 =320 Па

Ответ: ∆p = 320 Па.

Критерии оценивания решения задачи 2:

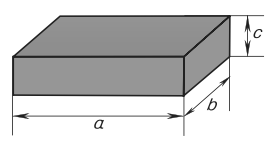
|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Элемент решения | Кол-во баллов |
| 1. | Приступил к решению | 1 |
| 2. | Изобразил рис. до и после доливания керосина | 2 |
| 3. | Записал формулу для рассчёта давления жидкости | 2 |
| 4. | Рассчитал изменение уровня воды в узком сосуде после доливания керосина | 2 |
| 5. | Рассчитал изменение давления в узком сосуде как разность давлений керосина и воды | 3 |
| 6. | Итого | **10** |

**Задача 3.**

|  |  |
| --- | --- |
| https://physolymp.spb.ru/images/stories/2003/rayon/solutions/rn07s_03_21.gifmпара = mв = ρвVв; mвозд = ρвоздVк;  Формула (1) | |
| 2,4 мл = 2,4 см3; 8 л = 0,008 м3 = 8000 см3  mпара = 1 г/см3∙2,4 см3 = 2,4 г  mвозд = 1,2 кг/м3∙0,008 м3 = 0,0096 кг = 9,6 г |  |
| https://physolymp.spb.ru/images/stories/2003/rayon/solutions/rn07s_03_24.gif  Ответ: ρ = 1,5 кг/м3 |  |

Критерии оценивания решения задачи 3:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Элемент решения | Кол-во баллов |
| 1. | Приступил к решению | 1 |
| 2. | Догадался, что речь идёт о средней плотности и записал формулу (1) | 4 |
| 3. | Вычислил массу воздуха в канистре | 2 |
| 4. | Вычислил массу оставшейся воды | 2 |
| 5. | Вычислил плотность получившегося газа | 1 |
| 6. | Итого | **10** |

**Задача 4.** Коробок выдерживает давление в 800 Па, значит максимальный суммарный вес коробков, которые могут находиться над данным коробком, будет *тg = pS,* где *S* — площадь соприкосновения с соседним верхним коробком. Максимальная масса над каждой гранью в таком случае *т = pS/g (1).*

Подставим значения площадей всех граней и получим, что при *S = b∙с* (коробки соприкасаются наименьшей гранью) масса не может превышать *т1 =* 320 грамм. Заметим, что это соответствует массе 8-ми коробков.

При *S = а∙с* (коробки соприкасаются средней по площади гранью) масса не может превышать *m2* = 400 грамм; это соответствует массе 10-ти коробков.

При *S = а∙b* (коробки соприкасаются наибольшей гранью) масса не может превышать *m3* = 640 грамм, что соответствует массе 16 коробков.

Поймем, как нам нужно расставлять коробки, чтобы получилась наибольшая высота башни.

Докажем, что верхние восемь коробков должны стоять вертикально, т.е. на самой маленькой гра­ни. Пускай это не так, тогда где-то между коробками, стоящими вертикально, будет хотя бы один не вертикальный коробок. Заменим его на вертикальный. Такая конструкция имеет большую высоту, и она возможна, ведь давление коробков друг на друга не превысит *р* (так как масса рассматриваемых верхних коробков не превышает *т1).*

Девятый и десятый коробок нельзя поставить вертикально, так как они не выдерживают соответ­ствующее давление. Однако, их можно поставить на среднюю грань, ведь масса 10 коробков не превос­ходит *т2.*

Проводя аналогичные рассуждения, можно доказать, что самые нижние коробки (с 11-ого по 16-ый), несущие наибольшую нагрузку, должны стоять на самой большой грани (грани *а∙b).*

Итого, максимальная высота башни:

8 коробков ∙ 10 см + 2 коробка ∙ 8 см + 6 коробков ∙ 5 см = 126 см.

Ответ: Максимальная высота башни 126 см.

Критерии оценивания решения задачи 4:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Элемент решения | Кол-во баллов |
| 1. | Приступил к решению (изобразил рисунок) | 1 |
| 2. | Записал формулу для рассчёта массы через давление и площадь (1) | 2 |
| 3. | Догадался, что коробки можно ставить на разные грани | 1 |
| 4. | Рассчитал число коробков стоящих на наименьшей грани | 2 |
| 5. | Рассчитал число коробков стоящих на средней грани | 2 |
| 6. | Рассчитал число коробков стоящих на наибольшей грани | 2 |
| 7. | Итого | **10** |

**Задача 5:** На весах измеряем массу целой шоколадки. Затем отрезаем от шоколадки кусок, измеряем его массу. Наливаем в измерительный цилиндр некоторое количество холодной воды и помещаем кусок шоколадки в измерительный цилиндр. Пористая шоколадка плавает, поэтому палочкой аккуратно погружаем шоколадку под воду, измеряем объем куска шоколадки с пузырьками. Зная массу и объем кусочка можем рассчитать объем всей шоколадки.

В бумажный стаканчик наливаем горячую воду, а в пластиковый стаканчик кладем несколько кусочков шоколадки. На водяной бане растапливаем шоколадку и делаем из растопленного шоколада кусочек шоколада без пузырьков. Измеряем массу на весах, привязываем за нитку, погружаем в воду и измеряем объем при помощи измерительного цилиндра. Рассчитываем плотность шоколада без пузырьков, которая приблизительно равна 1,2 г/см3.

Далее по величине плотности шоколада без пузырьков и массе целой шоколадки вычисляем чистый объем шоколада и объем пузырьков.

Критерии оценивания решения задачи 5:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № п/п | Элемент решения | Кол-во баллов |
| 1. | Приступил к решению | 1 |
| 2. | Догадался, что надо работать с отдельным куском шоколада | 2 |
| 3. | Догадался, как измерить объём нетонущего пористого шоколада | 1 |
| 4. | Догадался, как рассчитать объем всей шоколадки | 1 |
| 5. | Догадался, как избавиться от пузырьков | 2 |
| 6. | Догадался, как рассчитать плотность чистого шоколада через массу и объём застывшего кусочка шоколада без пузырьков | 1 |
| 7. | Догадался, как рассчитать объем чистого шоколада во всей плитке и объём пузырьков воздуха | 2 |
| 8. | Итого | **10** |