



Условия задач, ответы, критерии оценивания

1. Нильс на веточке (6 баллов), Варламов С. Д.

Рост Нильса Хольгерссона после заклятия гнома уменьшился в 10 раз. Пропорции тела остались прежними. Когда он был большим, то сил рук еле-еле хватало, чтобы подтянуться на турнике. Какой груз может маленький Нильс вместе с собой поднять, подтягиваясь на руках на горизонтальной веточке дерева? Масса большого Нильса 30 кг.

Подсказка. Сила мышц пропорциональна площади их поперечного сечения.

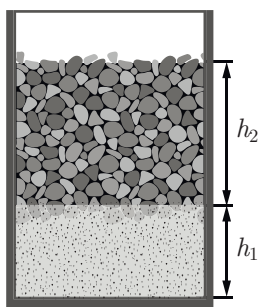
Ответ: 270 г.

Распределение баллов

1. Показано, что масса Нильса уменьшилась в $10^3 = 1000$ раз и стала равной 30 граммам — **1 балл**.
2. Указано, что площадь сечения мышц и их сила уменьшилась в $10^2 = 100$ раз — **1 балл**.
3. Найдено, что сила мышц маленького Нильса достаточна, чтобы поднять груз массой 300 грамм — **2 балла**.
4. Вычислена масса дополнительного груза 270 г — **2 балла**.

2. «Жидкий песок» (8 баллов), Ромашка М. Ю.

Если сосуд с песком подвергнуть вибрации (потрясти), то можно наблюдать интересное явление — песок становится похож на жидкость. Тела, плотность которых достаточно велика, тонут в этом «жидком песке», а тела с небольшой плотностью (например, деревянные) наоборот всплывают на поверхность, даже если изначально они были на дне сосуда. Так происходит потому, что при встряхивании уменьшаются силы трения между песчинками. Рассмотрим опыт. На дне цилиндрического сосуда находится песок (см. рис.). Поверх песка насыпана галька. Сосуд подвергают вибрации, и песок становится «жидким». Галька постепенно опускается на дно сосуда, а песок заполняет все пустоты между её камнями. Чему станет равен уровень содержимого в сосуде после оседания гальки, если изначально уровень песка был равен $h_1 = 0,6$ м, а уровень гальки $h_2 = 1$ м? Плотность камней гальки равна $\rho_0 = 2600$ кг/м³, а её насыпная плотность — $\rho_1 = 1500$ кг/м³.



Ответ: 1,18 м.

Распределение баллов

Распределение баллов зависит от способа решения.

Способ 1.

1. Записано выражение $m = V\rho_1$ — **1 балл**.
2. Получено выражение для объёма, занимаемого камнями, в виде $V_1 = V\frac{\rho_1}{\rho}$ — **1 балл**.
3. Сделан вывод о том, что в слое гальки толщиной H пустоты между камнями займёт слой песка высотой $H_2 = H\frac{\rho_0 - \rho_1}{\rho_0}$ или сказано, что часть песка, которая займёт пустоты между камнями гальки, определяется отношением $\frac{\rho_0 - \rho_1}{\rho_0}$ — **2 балла**.
4. Высказано соображение, основанное на числовых расчетах, что вся галька ляжет на дно сосуда, пустоты между камнями гальки будут заполнены песком, а поверх гальки останется слой песка — **2 балла**.
5. Найдена высота слоя песка Δh , располагающегося над галькой (можно в общем виде), — **1 балл**.
6. Получен правильный ответ в виде десятичной дроби, попадающий в диапазон $h = 1,18 \pm 0,05$ м, или в виде обычной дроби $h = 1\frac{23}{130}$ м — **1 балл**.

Способ 2.

1. Высказано соображение, что объём, занимаемый камнями гальки, меньше полного объёма, занимаемого галькой в сосуде, во столько же раз, во сколько насыпная плотность меньше плотности камней — **2 балла**.
2. Найдено, что пустоты занимают 0,42 или $\frac{11}{26}$ от общего объёма гальки — **2 балла**.
3. Указано, что в слой гальки высотой 1 м может войти слой песка, который имел толщину 42 см или $\frac{11}{26}$ м, — **2 балла**.

4. Получен правильный ответ в виде десятичной дроби, попадающий в диапазон $h = 1,18 \pm 0,05$ м, или в виде обычной дроби $h = 1\frac{23}{130}$ м — **2 балла**.
Если найдена только высота слоя песка над камнями, а окончательный ответ не приведён — **1 балл**.

3. Ориентирование (8 баллов), Бычков А. И.

Школьник участвует в соревнованиях по спортивному ориентированию. Он решил передвигаться по кратчайшим путям от одного контрольного пункта (КП) к другому. На рис. 1 изображен фрагмент карты, на которой светлая область — луг, удобный для бега, темная область — лес, точки — КП. Скорость передвижения школьника по лугу $v_1 = 12$ км/ч, а по лесу — $v_2 = 9$ км/ч. КП проходятся в порядке возрастания номера.

1) Определите среднюю скорость школьника u_4 при движении от первого КП до четвертого, если по лугу он двигался в течение времени $t_1 = 20$ мин, а по лесу в течение времени $t_2 = 40$ мин.

2) При различных положениях пятого КП средняя скорость движения u_5 (от первого до пятого КП) может принимать различные значения. На карте (рис. 1) укажите такое расположение пятого КП, что скорость u_5 будет наибольшей. А при каком расположении пятого КП u_5 будет наименьшей? Объясните ваш ответ.

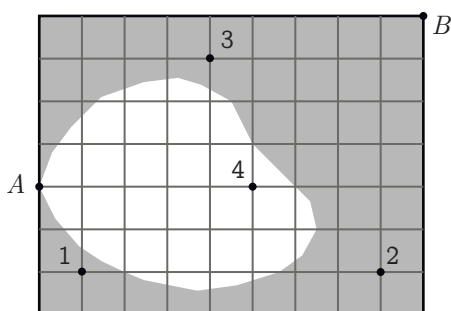


Рис. 1

Ответ: 1) 10 км/ч; 2) Точки A и B на рисунке.

Распределение баллов

1. Получен правильный числовой ответ на первый вопрос, то есть найдена средняя скорость u_4 — **2 балла**.

Числовой ответ неверный или отсутствует, но при этом есть общая формула для u_4 или определение средней скорости в общем виде — **1 балл**.

2. Найдено положение точки A на карте, но не дано никаких объяснений — **1 балл**. Высказано соображение, что для достижения максимальной средней скорости u_5 надо выбрать такое расположение точки A , что время движения по лугу на участке от 4-го КП до 5-го будет максимально возможным, а время движения по лесу — минимально возможным (без доказательства!), но при этом сама точка A на карте указана неправильно — **2 балла**.

Найдено положение точки A на карте, при этом выбор обоснован как в решении, или приведено любое другое непротиворечивое доказательство — **3 балла**. Найдено положение точки A на карте, при этом выбор обоснован нестрого — **2 балла**.

3. Найдено положение точки B на карте, но не дано никаких объяснений — **2 балла**.

Высказано соображение, что для достижения минимума скорости u_5 следует так выбрать расположение точки B , чтобы на пути от 4-го до 5-го КП время движения по лугу было минимальным, а время движения по лесу — максимальным (без доказательства!), но при этом сама точка B на карте указана неправильно — **2 балла**.

Найдено положение точки B на карте при этом выбор обоснован как в решении, или приведено любое другое непротиворечивое доказательство — **3 балла**.

4. Не очень точные весы (8 баллов), Бычков А. И., Крюков П. А.

Имеется три экземпляра пружинных весов и эталонные грузы массой 100 г. На каждые весы выкладывают от одного до шести грузов и показания заносят в таблицу. На основании результатов измерений укажите номер весов, по показаниям которых можно находить массу тел в диапазоне от 100 г до 500 г наиболее точно. Ответ объясните.

№ весов	1 груз	2 груза	3 груза	4 груза	5 грузов	6 грузов
1	97	199	303	409	514	616
2	102	200	296	392	487	582
3	107	206	307	407	507	608

Распределение баллов

1. Указано, что наиболее точно можно находить массу, используя показания третьих весов, но не дано никаких объяснений — **2 балла**.
2. Указано, что наиболее точно можно находить массу, используя показания третьих весов, и дано непротиворечивое объяснение этого факта, однако, эффект «сдвига» нуля на этих весах не учтён — **4 балла**.
3. Правильно указаны третьи весы, как наиболее подходящие для точного измерения массы, показано, что у них «сбит» ноль на 7 г, что они дают погрешность измерения 1 г — **8 баллов**. Если о погрешности ничего не сказано — **7 баллов**.