

### Задача 1

Перед светофором остановилась колонна из  $n = 10$  одинаковых автомобилей, расположенных друг за другом. Длина каждого автомобиля равна  $L = 4,5$  м, а расстояние между соседними автомобилями равно  $S = 1$  м. После включения зелёного сигнала светофора первый автомобиль плавно разгоняется до скорости  $V = 54$  км/ч и продолжает ехать с этой скоростью. Водитель второго автомобиля начинает повторять действия водителя первого спустя время  $t = 1,6$  с после того, как первый водитель тронулся с места. Водитель каждого следующего автомобиля повторяет действие водителя предыдущего спустя такой же интервал времени. Какой станет длина  $l$  колонны, когда все автомобили будут двигаться с постоянной скоростью?

**Ответ:**  $l = 270$  м.

*Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 10. Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения.*

#### Критерии

Хотя бы один раз использована формула, связывающая скорость, время и расстояние – 1 балл  
Расстояние между соседними автомобилями увеличивается на  $Vt$  (идея присутствует в любом виде) – 3 балла

Расстояние между соседними автомобилями после остановки составляет 1 м – 3 балла

Длина колонны складывается из  $n$  длин автомобилей и  $(n - 1)$  промежутков между ними – 1 балл

Получен правильный ответ – 2 балла

### Задача 2

На лабораторной работе по физике ученице Агнессе выдали шесть одинаковых легких пружинок длиной 5 см каждая и твердый диск радиусом 10 см, вдоль периферии которого располагались 36 отверстий, находящихся на одинаковом расстоянии друг от друга. Используя пружинки, диск можно было подвесить в горизонтальном положении, прикрепив другие концы вертикальных пружинок к горизонтальной платформе, находящейся на некоторой высоте от поверхности стола.

Когда Агнесса закрепила диск в горизонтальном положении с помощью некоторого количества пружинок, расположенных одним ярусом, то каждая из использованных ею пружинок растянулась на 1 см.

Затем она соединила все имеющиеся у нее пружинки одну за другой, верхний конец системы пружинок прикрепила к платформе, а к нижнему концу подвесила диск за одно из отверстий. В этом случае положение центра диска по вертикали относительно первого случая крепления изменилось на 58 см.

На каком количестве пружинок Агнесса уравнивала диск в горизонтальном положении? Считать, что удлинение всех пружинок пропорционально растягивающим их силам, то есть для них справедлив закон Гука.

**Ответ:** диск в горизонтальном положении был уравновешен на  $n = 4$  пружинках.

*Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 10. Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения.*

#### Критерии

Первый случай: расстояние от центра диска до платформы складывается из длины нерастянутой пружины и удлинения пружины – 1 балл

Второй случай: расстояние от центра диска до платформы складывается из шести длин нерастянутых пружин, общего удлинения пружин и радиуса диска – 1 балл

Удлинение пружин во втором случае в  $6n$  раз больше удлинения пружин в первом случае – 4 балла

Получен правильный ответ для  $n = 4$  балла

### Задача 3

Из тонкой оболочки поверхностной плотностью  $\sigma = 50 \text{ г/м}^2$  изготовили воздушный шар. При каких значениях радиуса  $R$  он сможет подняться в воздух плотностью  $\rho_{\text{в}} = 1,3 \text{ кг/м}^3$ ? Считайте, что шар наполняется гелием, плотность которого  $\rho_{\text{г}} = 0,18 \text{ кг/м}^3$ . Объем шара радиусом  $R$  составляет  $V = \frac{4}{3}\pi R^3$ , а площадь его поверхности равна  $S = 4\pi R^2$ .

**Ответ:** шар сможет подняться в воздух при радиусе  $R \geq \frac{3\sigma}{\rho_{\text{в}} - \rho_{\text{г}}} \approx 0,134 \text{ м} = 13,4 \text{ см}$ .

*Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 10. Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения.*

### Критерии

- Записано выражение для массы оболочки – 1 балл
- Записано выражение для массы гелия – 1 балл
- Записано выражение для силы Архимеда – 2 балла
- Записано условие отрыва шара от земли – 2 балла
- Получен правильный ответ в виде формулы – 3 балла (баллы засчитываются и в том случае, если школьник получает только верный числовой ответ)
- Получен правильный числовой ответ – 1 балл

### Задача 4

Калорийность – это количество энергии, выделяемой человеком в результате поглощения того или иного продукта. Калория – внесистемная единица количества работы и энергии, равная количеству теплоты, необходимому для нагревания 1 грамма воды на 1 градус Цельсия при стандартном атмосферном давлении 101325 Па (1 кал = 4,1868 Дж). Количество калорий, необходимых человеку, зависит от выполняемой работы, от физической активности, от пола, возраста, и даже от географической широты (холодный или жаркий климат).

Надеемся, что все помнят, как ранним утром Винни-Пух и Пятачок зашли в гости к Кролику. Воспитанный Кролик пригласил друзей к столу. Винни-Пух, обрадовавшись такому предложению, согласился (чтобы не обижать Кролика) и протиснулся по узкому проходу внутрь дома. Когда в какой-то момент запасы меда и малинового варенья Кролика закончились, Винни-Пух решил, что настало то время, когда нужно поблагодарить хозяина и возвращаться домой. Однако... домой Винни-Пух сразу не попал, так как застрял в узком проходе к двери Кролика.

Допустим, что при своей начальной массе, равной 20 кг, Винни-Пух съел 3 банки меда по 1,5 кг каждая и 6 банок малинового варенья по 500 г каждая. Калорийность 100 г меда равна 314 ккал, а калорийность 100 г малинового варенья – 271,4 ккал. Энергетические затраты организма во время сна равны энергетическим затратам организма во время спокойного отдыха лежа и составляют 3977,46 Дж/час на 1 килограмм массы тела; эта величина при пении равна 7285,032 Дж/час на килограмм массы тела, а при чтении вслух – 5066,028 Дж/час на килограмм массы тела.

Пусть Винни-Пух 8 часов в сутки спит, а остальное время – лежит, половину времени напевая, а другую половину декламируя свои «пыхтелки» – а что еще остается ему делать? Так сколько же суток придется Винни-Пуху ждать таким необычным образом счастливого момента своего освобождения из норы Кролика?

**Ответ:** Винни-Пуху придется ждать момента своего освобождения почти 38 суток.

*Решение задачи оценивается из целого числа баллов от 0 до 10. Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения.*

### Критерии

- Рассчитаны суммарные калорийности съеденного меда и варенья – 4 балла
- Рассчитан расход калорий за сутки при разных видах «отдыха» – 4 балла
- Получен правильный ответ – 2 балла