

### Задача 1 (А.И. Бычков)

Ракета удаляется от горизонтальной поверхности Земли со скоростью  $V$ , направленной строго вертикально. Параллельно поверхности точно на запад летит самолет со скоростью  $V/\sqrt{3}$ . 1) С какой наименьшей по модулю скоростью  $u$  и в каком направлении должен лететь (относительно Земли) квадрокоптер для того, чтобы относительно него ракета и самолет имели противоположные по направлению скорости? 2) Под каким углом к горизонту (относительно Земли) должна быть направлена скорость квадрокоптера для того, чтобы ракета и самолет имели в системе отсчета квадрокоптера противоположные по направлению и равные по модулю скорости? Чему равен модуль скорости квадрокоптера в этом случае?

**Ответ:**

1) для того, чтобы ракета и самолет имели противоположные по направлению скорости относительно квадрокоптера, он должен двигаться в западном направлении под углом  $\alpha = 30^\circ$  к горизонту от Земли;

2) для того, чтобы ракета и самолет имели противоположные по направлению и равные по модулю скорости относительно квадрокоптера, его скорость должна быть направлена в западном направлении под углом  $60^\circ$  к горизонту от Земли, и быть равной по модулю скорости самолета, то есть  $V/\sqrt{3}$ .

**Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.**

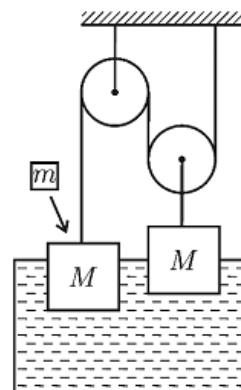
#### Критерии

- |  |         |
|--|---------|
| 1. Правильно записана формула для закона сложения скоростей (или пояснена другим способом) | 1 балл  |
| 2. Правильно построены треугольники скоростей  | 1 балл  |
| 3. Найден модуль скорости квадрокоптера (по 2 балла за ответ на каждый вопрос)             | 4 балла |
| 4. Найден направления движения квадрокоптера (по 2 балла за ответ на каждый вопрос)        | 4 балла |

**ВСЕГО: 10 баллов.**

### Задача 2 (М.Ю. Замятнин)

В находящуюся в широком сосуде жидкость частично погружены одинаковые кубики со стороной  $a$  и массой  $M$ , которые удерживаются в равновесии при помощи системы, состоящей из невесомых блоков, соединенных очень легкой и нерастяжимой нитью (см. рис.). Трение в осях блоков отсутствует, плотность жидкости равна плотности кубиков. Изначально правый кубик погружен в жидкость ровно наполовину. 1) На какую величину изменится глубина погружения правого кубика, если на левый кубик поместить небольшой перегрузок массой  $m = M/16$ ? 2) На сколько в результате этого изменятся модуль силы натяжения нити и модуль силы давления жидкости на дно? 3) При каких значениях массы перегрузка оба кубика останутся частично погруженными в жидкость? Явлениями, связанными со смачиванием поверхностей кубиков жидкостями, можно пренебречь.



**Ответ:** 1) глубина погружения правого кубика изменится на  $\Delta h = \frac{2ma}{5M} = \frac{a}{40}$ ; 2) изменение

модуля силы натяжения нити равно  $\Delta T = T_2 - T_1 = \frac{mg}{5}$ , изменение модуля силы давления жидкости

на дно равно  $\Delta F = \frac{2mg}{5} = \frac{Mg}{40}$ ; 3) оба кубика останутся частично погруженными в жидкость при  $m < \frac{5}{16}M$ .

**Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.**

**Критерии**

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Правильно записаны начальные условия равновесия (по 1 баллу за каждое)                     | 2 балла |
| 2. Записано правильное уравнение кинематической связи для изменения глубин погружения кубиков | 1 балл  |
| 3. Правильно записаны условия равновесия после добавления перегрузка (по 1 баллу за каждое)   | 2 балла |
| 4. Правильно выражено изменение глубины погружения правого кубика                             | 1 балл  |
| 5. Правильно найдено изменение модуля силы натяжения нити                                     | 1 балл  |
| 6. Правильно найдено изменение модуля силы давления жидкости на дно                           | 1 балл  |
| 7. Указано, что максимальную массу перегрузка определяет левый кубик                          | 1 балл  |
| 8. Правильно найдено максимальное значение массы перегрузка                                   | 1 балл  |

**ВСЕГО: 10 баллов.**

**Задача 3 (А.И. Бычков)**

Для охлаждения своих одинаковых экспериментальных установок юные физики Вася и Петя используют радиаторы, в которые через трубки одинакового сечения закачивают жидкую смесь холодной воды, имеющей температуру  $t_0 = 0$  °С, с мелко перетёртым льдом в объёмном соотношении три к одному. Известно, что в экспериментальной установке Васи на выходе из радиатора получается вода с температурой  $t_1 = +32$  °С, а в установке Пети – с температурой  $t_2 = +75$  °С. Тепловые мощности, отбираемые охлаждающей смесью у двух установок, одинаковы. Чему равно отношение скоростей закачивания смеси в радиаторы экспериментальных установок Васи и Пети? Плотность воды  $\rho_v = 1000$  кг/м<sup>3</sup>, плотность льда  $\rho_l = 900$  кг/м<sup>3</sup>, удельная теплоемкость воды  $c = 4200$  Дж/(кг·°С), удельная теплота плавления льда  $\lambda = 3,35 \cdot 10^5$  Дж/кг.

**Ответ:** отношение скоростей закачивания смеси в радиаторы экспериментальных установок Васи и Пети равно  $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda\rho_l + c(\rho_l + 3\rho_v)t_2}{\lambda\rho_l + c(\rho_l + 3\rho_v)t_1} \approx 1,85$ .

**Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.**

**Критерии**

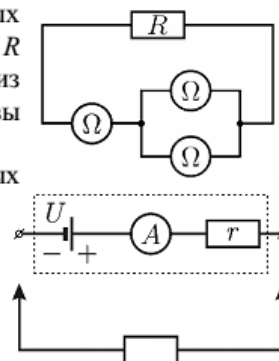
- |  |         |
|--|---------|
| 1. Правильно найдено количество теплоты, которое идет на плавление льда  | 2 балла |
| 2. Правильно найдено количество теплоты, которое идет на нагревание воды | 2 балла |
| 3. Правильно записано уравнение теплового баланса                        | 3 балла |
| 4. Получено правильное выражение для отношения скоростей в общем виде    | 2 балла |
| 5. Найдено правильное численное значение отношения скоростей             | 1 балл  |

**ВСЕГО: 10 баллов.**

#### Задача 4 (М.Ю. Замятнин)

На рисунке приведена схема цепи, состоящей из трех одинаковых омметров  $\Omega$ , с помощью которых измеряется неизвестное сопротивление  $R$  резистора. Полярность включения у всех омметров одинаковая. Один из омметров показывает сопротивление  $R_1 = 100$  Ом, а другой  $R_2 = 800$  Ом. Каковы показания  $R_3$  третьего омметра? Чему равно сопротивление  $R$  резистора?

*Указание.* Можно считать, что омметр состоит из соединенных последовательно идеального источника с напряжением  $U$ , резистора с сопротивлением  $r$  и идеального амперметра. Показания амперметра автоматически пересчитываются в сопротивление подключенного к его клеммам резистора, которое отображается на цифровом табло прибора.



**Ответ:** третий омметр показывает сопротивление  $R_3 = 800$  Ом; сопротивление резистора равно  $R = 500$  Ом.

**Всякое полностью правильное решение оценивается в 10 баллов вне зависимости от выбранного участником способа решения! Не допускается снижать оценки за плохой почерк, решение способом, отличающимся от авторского и т.д.**

#### Критерии

- |   |         |
|---|---------|
| 1. Записана правильная связь показаний омметра с током, текущим через него  | 2 балла |
| 2. Найдено правильное соотношение токов, текущих в ветвях цепи  | 1 балл  |
| 3. Обоснованно установлено соответствие между показаниями омметров и их положениями в цепи                        | 2 балла |
| 4. Правильно применено второе правило Кирхгофа (или аналогичное соотношение) для контура с омметрами и резистором | 2 балла |
| 5. Получено правильное выражение для сопротивления резистора  | 2 балла |
| 6. Получено правильное численное значение сопротивления резистора   | 1 балл  |

**ВСЕГО: 10 баллов.**