

### Задача 1.

|   |  |          |
|---|--|----------|
| 1 | Условие плавания льдинки в воде: $\rho_B = 2m/(V_L + V)$   | 2 балла  |
| 2 | $V_L = m/\rho_L$   | 1 балл * |
| 3 | Связь повышения уровня жидкости с массами льдинки и шарика: $\rho_B hg = 2mg/S$  | 2 балла  |
| 4 | Определение искомого объема из системы предыдущих уравнений: $V = hS(1 - \rho_B/2\rho_L)$  | 1 балл   |
| 5 | После таяния льда уровень понизится (без обоснования).   | 1 балл   |
| 6 | Объем «всего» до таяния льда (H – высота столба жидкости): $HS = M_B/\rho_B + V + m/\rho_L$  | 1 балл   |
| 7 | Объем «всего» после таяния льда ( $\Delta$ – изменение высоты столба жидкости): $(H - \Delta)S = M_B/\rho_B + m/\rho_B + m/\rho_{ш}$ | 1 балл   |
| 8 | Выражение для $\Delta$ : $\Delta = (h/2)(1 - \rho_B/\rho_{ш})$   | 1 балл   |

### Задача 2.

|   |  |         |
|---|--|---------|
| 1 | Проекция скорости камня на вертикальную ось в верхней точке траектории равна нулю: $v_0 \cdot \sin \alpha - g\tau = 0$ | 3 балла |
| 2 | Горизонтальное смещение за $\tau$ секунд полета: $L = v_0 \cdot \cos \alpha \cdot \tau$                                | 3 балла |
| 3 | Исключение из уравнений угла $\alpha$ : $v_0^2 = (g\tau)^2 + (L/\tau)^2$   | 2 балла |
| 4 | Решение уравнения для $\tau$ и получение ответа: $\tau_1 = 2$ с  | 1 балл  |
| 5 | Решение уравнения для $\tau$ и получение ответа: $\tau_2 = 1,5$ с  | 1 балл  |

### Задача 3.

|   |  |          |
|---|--|----------|
| 1 | Условие равномерности прямолинейного движения: $F_{сопр} = F_{трен1}$  | 1 балл * |
| 2 | Связь силы трения с мощностью двигателя автомобиля: $F_{трен1} = P/v$  | 1 балл * |
| 3 | Определение минимального коэффициента трения, обеспечивающего такое движение: $\mu_1 mg = F_{трен} = P/v$                                    | 1 балл   |
| 4 | Численное значение: $\mu_1 \geq 0,07$  | 1 балл   |
| 5 | Проекция 2-го закона Ньютона на ось (x), направленную к центру кривизны траектории: $mv^2/R = F_{трен2 x}$                                   | 2 балла  |
| 6 | Проекция 2-го закона Ньютона на ось (y), сонаправленную со скоростью: $F_{трен2 y} - F_{сопр} = 0$   | 1 балл   |
| 7 | Определение минимального коэффициента трения, обеспечивающего такое движение: $\mu_2 mg = F_{трен2} = (F_{трен2 x}^2 + F_{трен2 y}^2)^{1/2}$ | 2 балла  |
| 8 | Численное значение: $\mu_2 \geq 0,19$  | 1 балл   |

#### Задача 4.

|   |   |  |          |
|---|---|--|----------|
| 1 | Напряжения при последовательном соединении ламп:<br>$= U_1 + U_2$   | $U_{\text{НОМ}}$                               | 1 балл * |
| 2 | Силы тока при последовательном соединении ламп:<br>$= I_2$  | $I_1$  | 1 балл * |
| 3 | Тоже (через напряжения на лампах $I = bU^{3/5}$ ):<br>$b_2 U_2^{3/5}$   | $b_1 U_1^{3/5} =$                              | 1 балл   |
| 4 | Условие номинального использования 1-ой лампы:<br>$I_{1 \text{ НОМ}} = P_1 / U_{\text{НОМ}} = b_1 U_{\text{НОМ}}^{3/5}$ |  | 2 балла  |
| 5 | Условие номинального использования 2-ой лампы:<br>$I_{2 \text{ НОМ}} = P_2 / U_{\text{НОМ}} = b_2 U_{\text{НОМ}}^{3/5}$ |  | 2 балла  |
| 6 | Решение системы уравнений:  | $U_1 = U_{\text{НОМ}} / (1 + (P_1/P_2)^{5/3})$ | 2 балла  |
| 7 | Численное значение:   | $U_1 \approx 181 \text{ В}$                    | 1 балл   |

#### Задача 5.

|   |   |  |          |
|---|---|--|----------|
| 1 | Первое начало при изохорном процессе: $Q_{\text{из}} = \Delta U_{\text{из}}$  |  | 1 балл * |
| 2 | Первое начало при «неизохорном» процессе: $Q_{\text{не из}} = \Delta U_{\text{не из}} + A$  |  | 1 балл * |
| 3 | Внутренняя энергия определяется только температурой:<br>$\Delta U_{\text{из}} = \Delta U_{\text{не из}}$                                |  | 1 балл * |
| 4 | Разница необходимых энергий обусловлена работой газа в «неизохорном» процессе: $\Delta Q = Q_{\text{не из}} - Q_{\text{из}} = A$        |  | 1 балл   |
| 5 | Работа как площадь на p-v диаграмме при пропорциональной зависимости давления от объема:<br>$A = (p_2 \cdot v_2)/2 - (v_1 \cdot p_1)/2$ |  | 2 балла  |
| 6 | Выражение для работы газа через температуры начального и конечного состояний: $A = \nu R(T_2 - T_1)/2 = \nu R \Delta T / 2$             |  | 1 балл   |
| 7 | Выражение для молярной массы: $\mu = m R \Delta T / (2 \Delta Q)$   |  | 1 балл   |
| 8 | Численное значение: $\mu = 2 \text{ г/моль}$  |  | 1 балл   |
| 9 | Молекулярный водород, $\text{H}_2$  |  | 1 балл   |