

Шифр

$\Sigma$

## 10-Т1. Кинематика поршня

| №    | Пункт разбалловки                                                                                                                                                                                                                      | Балл | Пр | Ап |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1  | Формула $\Delta V = Sv\Delta t$                                                                                                                                                                                                        | 0.5  |    |    |
|      | <b>Записано первое начало термодинамики для отсека с нагревателем</b>                                                                                                                                                                  |      |    |    |
| 1.2  | Верное выражение для подведённой теплоты: $q_1\Delta t$                                                                                                                                                                                | 0.5  |    |    |
| 1.3  | Верное выражение для изменения внутренней энергии: $3\nu_1 R\Delta T_1/2$ или $3\Delta(pV_1)/2$                                                                                                                                        | 0.5  |    |    |
| 1.4  | Верное выражение для работы газа: $p\Delta V$                                                                                                                                                                                          | 0.5  |    |    |
| 1.5  | Записано верное соотношение между величинами из трёх предыдущих пунктов                                                                                                                                                                | 0.5  |    |    |
|      | <b>Записано первое начало термодинамики для отсека с теплообменником</b>                                                                                                                                                               |      |    |    |
| 1.6  | Верное выражение для подведённой теплоты: $-q_2\Delta t$                                                                                                                                                                               | 0.5  |    |    |
| 1.7  | Верное выражение для изменения внутренней энергии: $3\nu_2 R\Delta T_2/2$ или $3\Delta(pV_2)/2$                                                                                                                                        | 0.5  |    |    |
| 1.8  | Верное выражение для работы газа: $-p\Delta V$                                                                                                                                                                                         | 0.5  |    |    |
| 1.9  | Записано верное соотношение между величинами из трёх предыдущих пунктов                                                                                                                                                                | 0.5  |    |    |
| 1.10 | Записано уравнение состояния для газа в отсеке с нагревателем в дифференциальной форме                                                                                                                                                 | 0.5  |    |    |
| 1.11 | Записано уравнение состояния для газа в отсеке с теплообменником в дифференциальной форме                                                                                                                                              | 0.5  |    |    |
| 1.12 | Найдена скорость изменения объёма одного из отсеков (знаки перед $q_1$ и $q_2$ могут быть перепутаны) : Данный пункт оценивается только при правильно записанных выражениях в предыдущих пунктах и корректно сделанных преобразованиях | 0.5  |    |    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                   |  |  |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|--|--|
| 1.13 | Найден ответ на первый вопрос: $v_0 = (q_1 + q_2)/(5p_0S)$ (знаки перед $q_1$ и $q_2$ могут быть перепутаны). 1 : При правильно полученном выражении баллы за предыдущий пункт ставятся автоматически 2 : Данный пункт оценивается только при правильно записанных выражениях в пп.1.1-1.13 и корректно сделанных преобразованиях 3 : Если нет явного указания на значение числа степеней свободы $i = 3$ , то балл за данный пункт не ставится | 0.5               |  |  |
| 1.14 | В предыдущем пункте не перепутаны знаки перед $q_1$ и $q_2$ : Данный пункт оценивается только при правильно записанных выражениях в предыдущих пунктах и корректно сделанных преобразованиях                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.5               |  |  |
| 2.1  | Указано, что при $q_1 = q_2$ давление газа постоянно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.5               |  |  |
| 2.2  | Обосновано, что при $q_1 = q_2$ давление газа постоянно                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1.0               |  |  |
| 2.3  | Найден ответ на второй вопрос: $v = 2q/(5p_0S)$ : Данный пункт оценивается только, если за пункт 2.2 стоит ненулевой балл                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.5               |  |  |
| 3.1  | Записано условие неподвижности поршня (в первом начале термодинамики учтена изохорность процесса)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 1.0               |  |  |
|      | <b>Получен ответ:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                   |  |  |
| 3.2  | в виде $q_2/q_1 = 1/3$<br>— в виде $q_1/q_2 = 3$ , или $q_2 = q_1/3$ , или $q_1 = 3q_2$<br>— Ответ не получен, или он неверный                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.0<br>0.8<br>0.0 |  |  |

Шифр

Σ

10-Т2. Из лунки в поле

| №   | Пункт разбалловки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Балл | Пр | Ап |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1 | Применительно к данной задаче записан закон сохранения импульса для упругого соударения шариков в векторной форме или в проекциях на две оси. *                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.0  |    |    |
| 1.2 | Применительно к данной задаче записан закон сохранения энергии для упругого соударения шариков.*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.0  |    |    |
| 1.3 | Использовано, что $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.0  |    |    |
| 1.4 | Доказано, что $\vec{v}_1 \perp \vec{v}_2$ .*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0.5  |    |    |
|     | <b>* Критерии также считаются выполненными, если для упругого нецентрального соударения шаров указано, что в продольном направлении импульс/скорость передаётся полностью, а в поперечном не передаётся.</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |    |    |
| 1.5 | Выражена дальность полета одного из шаров $l_i = 2v_y v_x / g$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.0  |    |    |
| 1.6 | Предложен реализуемый способ поиска максимума и для него записаны все необходимые исходные уравнения. Критерий выполнен в следующих случаях: 1) Получена функция одной переменной, для которой проводится исследование на экстремум. 2) Получена функция либо с известным максимумом ( $\sin$ , $\cos$ , $\sin(\alpha)\cos(\alpha)$ парабола и т.д.), либо с максимумом, определяемым алгебраическими методами (неравенство Коши, и т.д.). 3) Получена функция, максимизация которой проводится из геометрических построений. 4) Получена функция нескольких переменных, которая исследуется на условный экстремум. Критерий выполнен только при выполнении критерия 1.6. | 1.5  |    |    |
| 1.7 | Верно определено условие максимальности расстояния между местами падения шариков $v_x = v_0/2$ или аналогичное ему для угла между $\vec{v}_i$ и горизонталью. Критерий выполнен только при выполнении критерия 1.7, кроме случая простой арифметической ошибки.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1.0  |    |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |     |  |  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 1.8 | Получен правильный ответ $l_{max} = v_0^2/g$ . Критерий выполнен только при выполнении критерия 1.8.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 1.0 |  |  |
| 2.1 | Предложен реализуемый способ поиска максимума и для него записаны все необходимые исходные уравнения. Критерий выполнен в следующих случаях: 1) Получена функция одной переменной, у которой считается производная 2) Получена функция с известным максимумом ( $\sin$ , $\cos$ , парабола и т.д.) 3) Рассматривается максимизация площади треугольника, вписанного в окружность 4) Получена функция нескольких переменных, которая исследуется на условный экстремум Критерий выполнен только при выполнении критерия 1.6 | 2.0 |  |  |
| 2.2 | Получено условие максимума $v = \sqrt{3}v_0/2$ или аналогичное для угла между $\vec{v}_i$ и горизонталью. Критерий выполнен только при выполнении критерия 1.6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.0 |  |  |
| 2.3 | Получен правильный ответ $l_{imax} = 3\sqrt{3}v_0^2/8g$ Критерий оценивается при условии, что $l_{1max} = l_{2max}$ Критерий выполнен только при выполнении критерия 2.3.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1.0 |  |  |

Шифр

$\Sigma$

## 10-Т3. Посеребрённый конус

| №    | Пункт разбалловки                                                                                                                                                    | Балл | Пр | Ап |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
|      | <b>Предварительные рассуждения</b>                                                                                                                                   |      |    |    |
| 1.1  | Есть указание на осевую симметрию.                                                                                                                                   | 0.2  |    |    |
| 1.2  | Найден угол наклона боковой поверхности отверстия к оси симметрии системы $\alpha_0 = \frac{3d}{2h}$ .                                                               | 0.2  |    |    |
| 1.3  | Указано, что при отражении от боковой поверхности отверстия луч поворачивается на $2\beta$ , где $\beta$ — угол между поверхностью и падающим лучом.                 | 0.5  |    |    |
| 1.4  | Указано, что точка падения луча на экран удалена от оси симметрии на расстояние $R \approx L\alpha$ , где $\alpha$ — угол между этим лучом и осью симметрии системы. | 0.2  |    |    |
|      | <b>Центральное пятно</b>                                                                                                                                             |      |    |    |
| 1.5  | Указано, что существуют лучи, проходящие через отверстие без отражений.                                                                                              | 0.2  |    |    |
| 1.6  | Указано, что такие лучи создадут в центре экрана круглое пятно.                                                                                                      | 0.2  |    |    |
| 1.7  | Указано, что диаметр пятна $d_0 = d$ .                                                                                                                               | 0.2  |    |    |
| 1.8  | Центральное пятно приведено на рисунке.                                                                                                                              | 0.2  |    |    |
|      | <b>Первое кольцо</b>                                                                                                                                                 |      |    |    |
| 1.9  | Указано, что существуют лучи, испытавшие ровно одно отражение от боковых стенок отверстия.                                                                           | 0.2  |    |    |
| 1.10 | Получено верное значение радиуса первого кольца $R_1 = \frac{3dL}{h}$ .                                                                                              | 0.2  |    |    |
| 1.11 | Предпринята попытка описания множества лучей, испытывающих ровно одно отражение.                                                                                     | 0.2  |    |    |
| 1.12 | Определено множество лучей, отразившихся ровно 1 раз (заданы геометрические параметры множества или указана область их падения на коническое отверстие)              | 0.7  |    |    |
| 1.13 | Верно определена толщина первого кольца $d_1 = d$ .                                                                                                                  | 0.5  |    |    |
| 1.14 | На рисунке присутствует хотя бы одно кольцо.                                                                                                                         | 0.2  |    |    |
|      | <b>Второе кольцо</b>                                                                                                                                                 |      |    |    |
| 1.15 | Указано, что существуют лучи, испытавшие ровно два отражения от боковых стенок отверстия.                                                                            | 0.2  |    |    |
| 1.16 | Предыдущее утверждение обосновано.                                                                                                                                   | 0.5  |    |    |

|      |                                                                                                                                                                          |     |  |  |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 1.17 | Получено верное значение радиуса второго кольца $R_2 = \frac{6dL}{h}$ .                                                                                                  | 0.2 |  |  |
| 1.18 | Предпринята попытка описания множества лучей, испытывающих ровно два отражения.                                                                                          | 0.2 |  |  |
| 1.19 | Определено множество лучей, отразившихся ровно 2 раза (заданы геометрические параметры множества или указана область их падения на коническое отверстие).                | 0.7 |  |  |
| 1.20 | Верно определена толщина второго кольца $d_2 = \frac{d}{2}$ .                                                                                                            | 0.5 |  |  |
| 1.21 | На рисунке присутствует второе кольцо.                                                                                                                                   | 0.2 |  |  |
|      | <b>Заключительные рассуждения</b>                                                                                                                                        |     |  |  |
| 1.22 | Обосновано, что нет лучей, которые отражаются более двух раз.                                                                                                            | 1.0 |  |  |
| 1.23 | Обосновано, что кольца и пятно не перекрываются между собой.                                                                                                             | 0.2 |  |  |
| 1.24 | Приведена верная картинка с одним пятном и ровно двумя кольцами. Балл ставится только при наличии обоснования, что нет лучей, которые отражаются более двух раз.         | 0.2 |  |  |
| 1.25 | На рисунке верно указаны все характерные размеры.                                                                                                                        | 0.2 |  |  |
| 2.1  | Обосновано, что центральное пятно превратится в точку.                                                                                                                   | 0.5 |  |  |
| 2.2  | Обосновано, что толщина колец становится малой.                                                                                                                          | 0.5 |  |  |
| 2.3  | Использован корректный метод определения радиуса колец.                                                                                                                  | 0.5 |  |  |
| 2.4  | Верно определен радиус первого кольца $R'_1 = \frac{3dL}{2h}$ .                                                                                                          | 0.2 |  |  |
| 2.5  | Верно определен радиус второго кольца $R'_2 = \frac{3dL}{h}$ .                                                                                                           | 0.2 |  |  |
| 2.6  | Центральная точка приведена на рисунке.                                                                                                                                  | 0.2 |  |  |
| 2.7  | Первое кольцо приведено на рисунке.                                                                                                                                      | 0.2 |  |  |
| 2.8  | Второе кольцо приведено на рисунке.                                                                                                                                      | 0.2 |  |  |
| 2.9  | Приведена верная картинка с одной точкой и ровно двумя тонкими кольцами. Балл ставится только при наличии обоснования, что нет лучей, которые отражаются более двух раз. | 0.2 |  |  |

Шифр

Σ

10-Т4. Полусферический конденсатор

| №    | Пункт разбалловки                                                                                                                                                              | Балл | Пр | Ап |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1  | Утверждение о том, что сила взаимодействия направлена вдоль оси полусферы                                                                                                      | 0.5  |    |    |
| 1.2  | Корректное использование принципа суперпозиции                                                                                                                                 | 0.5  |    |    |
| 1.3  | Записано выражение для осевой компоненты силы взаимодействия заряда с элементом площади $dS$ полусферы:<br>$dF_y = \frac{q\sigma dS \cos \alpha}{4\pi\epsilon_0 R^2}$          | 1.0  |    |    |
| 1.4  | <b>Метод 1.</b> Указано, что величина $dS \cos \alpha$ равна проекции элемента площади $dS$ на основание полусферы.                                                            | 0.5  |    |    |
| 1.5  | <b>Метод 1.</b> Площадь основания равна $S_{\text{осн}} = \pi R^2$ .                                                                                                           | 0.5  |    |    |
| 1.6° | <b>Метод 2.</b> Записано выражение для элемента площади $dS$ кольца:<br>$dS = 2\pi R^2 \sin \alpha d\alpha$                                                                    | 0.5  |    |    |
| 1.7° | <b>Метод 2.</b> Записано выражение для силы взаимодействия в виде определённого интеграла:<br>$F = \frac{q\sigma}{2\epsilon_0} \int_0^{\pi/2} \sin \alpha \cos \alpha d\alpha$ | 0.5  |    |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                    |     |  |  |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 1.8 | <p>Произведено суммирование и получен правильный ответ:</p> $F = \frac{q\sigma}{4\varepsilon_0}$ <p><i>Примечание:</i> при неверном численном коэффициенте решения пунктов 3 и 4 (за исключением окончательных ответов) оцениваются в соответствии с полученным коэффициентом.</p> | 0.5 |  |  |
| 2.1 | <p>Указано или используется, что между полусферами возникает дополнительное напряжение, создаваемое зарядом <math>q</math>.</p>                                                                                                                                                    | 0.5 |  |  |
| 2.2 | <p>Правильное соотношение для электрического напряжения между полусферами с учетом их зарядов и заряда <math>q</math>:</p> $U = U_Q + U_q$                                                                                                                                         | 0.5 |  |  |
| 2.3 | <p>Определено напряжение <math>U_q</math>, создаваемое зарядом <math>q</math> между полусферами:</p> $U_q = \frac{qd}{4\pi\varepsilon_0 R^2}$                                                                                                                                      | 0.5 |  |  |
| 2.4 | <p>Указано (или использовано), что поле в зазоре одинаково по модулю во всех точках</p>                                                                                                                                                                                            | 0.5 |  |  |
| 2.5 | <p>Определена величина электрического поля зарядов полусфер в зазоре между полусферами:</p> $E_{\text{зaz}} = \frac{\sigma}{\varepsilon_0}$                                                                                                                                        | 0.5 |  |  |
| 2.6 | <p>Найдена величина заряда <math>Q</math>:</p> $Q = \frac{2\pi\varepsilon_0 R^2 U}{d} - \frac{q}{2}$                                                                                                                                                                               | 0.5 |  |  |



|     |                                                                                                                                                                                                        |     |  |  |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 3.1 | <p>Записано условие начала движения заряда <math>q</math>:</p> $F = mg$                                                                                                                                | 0.5 |  |  |
| 3.2 | <p>Записано выражение для силы <math>F</math> взаимодействия заряда <math>q</math> с полусферами:</p> $F = \frac{qQ}{8\pi\epsilon_0} \left( \frac{1}{R^2} - \frac{1}{(R+d)^2} \right)$                 | 1.0 |  |  |
| 3.3 | <p>Найдена величина <math>Q_{max}</math>:</p> $Q_{max} = \frac{4\pi\epsilon_0 R^3 mg}{qd}$                                                                                                             | 0.2 |  |  |
| 3.4 | <p>Найдена величина <math>U_{max}</math>:</p> $U_{max} = \frac{qd}{4\pi\epsilon_0 R^2} \left( 1 + \frac{8\pi\epsilon_0 R^3 mg}{q^2 d} \right).$                                                        | 0.2 |  |  |
| 4.1 | <p><b>Метод 1.</b> Записан закон изменения энергии системы:</p> $A_{ист} = \Delta W_{эл}$                                                                                                              | 0.5 |  |  |
| 4.2 | <p><b>Метод 1.</b> Работа источника <math>A_{ист}</math> равна площади под графиком <math>U(Q)</math>.</p>                                                                                             | 0.5 |  |  |
| 4.3 | <p><b>Метод 1.</b> Получено аналитическое выражение для <math>U(Q)</math> или построен график</p>                                                                                                      | 1.0 |  |  |
| 4.4 | <p><b>Метод 1.</b> Получена формула для работы источника <math>A_{ист}</math> через изменение заряда конденсатора <math>\Delta Q</math>:</p> $A_{ист} = \frac{U\Delta Q}{2} = \frac{(\Delta Q)^2}{2C}$ | 0.5 |  |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                               |     |  |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 4.5  | <p><b>Метод 1.</b> Получено выражение для <math>\Delta Q</math>:</p> $\Delta Q = Q_{max} + \frac{q}{2}$                                                                                                                                                                                       | 0.5 |  |  |
| 4.6° | <p><b>Метод 2.</b> Энергия представлена как сумма энергий конденсатора и взаимодействия с зарядом <math>q</math></p>                                                                                                                                                                          | 0.5 |  |  |
| 4.7° | <p><b>Метод 2.</b> Записано выражение для энергии конденсатора:</p> $W_C = \frac{Q^2}{2C}$ <p><i>Примечание:</i> формулы <math>W_C = CU^2/2</math> и <math>W_C = QU/2</math> в данном случае неприменимы, поскольку конденсатор находится во внешнем поле точечного заряда <math>q</math></p> | 0.5 |  |  |
| 4.8° | <p><b>Метод 2.</b> Получено выражение для энергии взаимодействия заряда <math>q</math> с полусферами:</p> $W_q = \frac{Qqd}{4\pi\epsilon_0 R^2}$                                                                                                                                              | 1.0 |  |  |
| 4.9° | <p><b>Метод 2.</b> Получено выражение для электростатической энергии системы <math>W</math>:</p> $W = \frac{Q(Q+q)d}{4\pi\epsilon_0 R^2}$                                                                                                                                                     | 0.5 |  |  |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |  |  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 4.10° | <p><b>Метод 2.</b> Найдена электростатическая энергия системы <math>W_0</math> при <math>U = 0</math>:</p> $W_0 = \frac{q^2 d}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ <p>либо получено выражение для электростатической энергии как функции напряжения <math>U</math>:</p> $W = \frac{d}{4\pi\epsilon_0} \left( \left( \frac{2\pi\epsilon_0 R^2 U}{d} \right)^2 - \left( \frac{q}{2} \right)^2 \right)$ | 0.5 |  |  |
| 4.11° | <p><b>Метод 3.</b> Записано выражение для электростатической энергии системы точечных зарядов:</p> $W = \sum_i \frac{q_i \varphi_i}{2}$                                                                                                                                                                                                                                                | 0.5 |  |  |
| 4.12° | <p><b>Метод 3.</b> Записано выражение для электростатической энергии рассматриваемой системы:</p> $W = \frac{\varphi_+ Q}{2} + \frac{\varphi_- (-Q)}{2} + \frac{\varphi_q q}{2}$                                                                                                                                                                                                       | 0.5 |  |  |
| 4.13° | <p><b>Метод 3.</b> Найдено выражение для потенциала <math>\varphi_q</math>:</p> $\varphi_q = \frac{Qd}{4\pi\epsilon_0 R^2}$                                                                                                                                                                                                                                                            | 1.0 |  |  |
| 4.14° | <p><b>Метод 3.</b> Записано <math>\varphi_+ - \varphi_- = U</math> либо найдены <math>\varphi_+</math> и <math>\varphi_-</math></p>                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.5 |  |  |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |  |  |
|-------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 4.15° | <p><b>Метод 3.</b> Найдена электростатическая энергия системы <math>W_0</math> при <math>U = 0</math>:</p> $W_0 = \frac{q^2 d}{16\pi\epsilon_0 R^2}$ <p>либо получено выражение для электростатической энергии как функции напряжения <math>U</math>:</p> $W = \frac{d}{4\pi\epsilon_0} \left( \left( \frac{2\pi\epsilon_0 R^2 U}{d} \right)^2 - \left( \frac{q}{2} \right)^2 \right)$ | 0.5 |  |  |
| 4.16  | <p>Найдена величина <math>\Delta W</math>:</p> $\Delta W = \frac{q^2 d}{16\pi\epsilon_0 R^2} \left( 1 + \frac{8\pi\epsilon_0 R^3 m g}{q^2 d} \right)^2$                                                                                                                                                                                                                                | 0.5 |  |  |

Шифр

Σ

10-Т5. Об стену

| №   | Пункт разбалловки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Балл | Пр | Ап |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1 | Выделена часть системы и приведен рисунок с внешними силами, возникающими при ударе. Правильно указаны точки приложения сил.                                                                                                                                                                                                                                | 0.5  |    |    |
| 1.2 | Правильно записано условие равенства моментов сил или мощностей сил или моментов импульса относительно указанной оси.                                                                                                                                                                                                                                       | 1.0  |    |    |
| 1.3 | На основании $r \ll L$ , сделан вывод о линии действия силы. Балл ставится при правильной записи условия из предыдущего пункта.                                                                                                                                                                                                                             | 0.5  |    |    |
| 2.1 | <b>Метод 1.</b> Указано или явно следует из решения, что скорость шайбы 1 сразу после соударения направлена вдоль стержня.                                                                                                                                                                                                                                  | 0.5  |    |    |
| 2.2 | <b>Метод 1.</b> Указана или явно следует из решения, связь скорости первой шайбы и проекция скорости шайбы 2 на ось, направленную вдоль стержня: $v_{2\parallel} = v_1$ .                                                                                                                                                                                   | 0.5  |    |    |
| 2.3 | <b>Метод 1.</b> Указана или явно следует из решения, связь угловой скорости и проекции скорости шайбы 2 на ось, направленную перпендикулярно стержню: $v_{2\perp} = \omega L$ .                                                                                                                                                                             | 0.5  |    |    |
| 2.4 | <b>Метод 1.</b> Правильно записан закон сохранения импульса системы на ось, направленную вдоль стенки:<br>$2mv_0 \sin \alpha = mv_1 \sin \alpha + mv_{2\parallel} \sin \alpha + mv_{2\perp} \cos \alpha$<br>или 2 закона изменения импульса для системы в проекции на другие оси или полный набор законов (3 или 4) для изменения импульсов отдельных шайб. | 0.5  |    |    |
| 2.5 | <b>Метод 1.</b> Записана кинетическая энергия первой шайбы после удара:<br>$E_1 = \frac{mv_1^2}{2}$                                                                                                                                                                                                                                                         | 0.2  |    |    |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                   |     |  |  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 2.6   | <p><b>Метод 1.</b> Правильно записана кинетическая энергия второй шайбы после удара:</p> $E_2 = \frac{m(v_{2\parallel}^2 + v_{2\perp}^2)}{2} = \frac{m(v_1^2 + \omega^2 L^2)}{2}$                                                                 | 0.5 |  |  |
| 2.7   | <p><b>Метод 1.</b> Правильно записан закон сохранения механической энергии:</p> $\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{mv_{2\perp}^2}{2}$ <p>или</p> $\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_1^2}{2} + \frac{m\omega^2 L^2}{2}$                    | 0.2 |  |  |
| 2.8   | <p><b>Метод 1.</b> Определена угловая скорость стержня сразу после соударения :</p> $\omega = \frac{4v_0 \operatorname{tg} \alpha}{L(1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}$                                                                          | 0.5 |  |  |
| 2.9   | <p><b>Метод 1.</b> Правильный численный ответ</p> $\omega \approx 4.33 \text{ рад/с}$                                                                                                                                                             | 0.5 |  |  |
| 2.10° | <p><b>Метод 2.</b> Записано уравнение динамики вращательного движения относительно центра масс системы:</p> $J\varepsilon = N\frac{L}{2}\sin\alpha$ <p>или закон изменения момента импульса:</p> $J\Delta\omega = N\Delta t\frac{L}{2}\sin\alpha$ | 0.5 |  |  |

|       |                                                                                                                                                                                                                           |     |  |  |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 2.11° | <p><b>Метод 2.</b> Правильно определен момент инерции системы относительно центра масс</p> $J = \frac{mL^2}{2}$                                                                                                           | 0.2 |  |  |
| 2.12° | <p><b>Метод 2.</b> Закон изменения (сохранения) импульса для системы на ось <math>x</math>. Указано, что проекция скорости центра масс на ось <math>x</math> остаётся постоянной и равной:</p> $v_{Cx} = v_0 \sin \alpha$ | 0.5 |  |  |
| 2.13° | <p><b>Метод 2.</b> Закон изменения импульса системы в проекции на ось <math>y</math>:</p> $2m\Delta v_{Cy} = N\Delta t$                                                                                                   | 0.5 |  |  |
| 2.14° | <p><b>Метод 2.</b> Получена связь между скоростью <math>v_{Cy}</math> и угловой скоростью <math>\omega</math>:</p> $v_{Cy} = \frac{\omega L}{2 \sin \alpha} - v_0 \cos \alpha$                                            | 0.2 |  |  |
| 2.15° | <p><b>Метод 2.</b> Записано выражение для кинетической энергии поступательного движения системы:</p> $E_k = \frac{2mv_C^2}{2}$                                                                                            | 0.2 |  |  |
| 2.16° | <p><b>Метод 2.</b> Записано выражение для кинетической энергии вращательного движения системы:</p> $E_k = \frac{J\omega^2}{2}$                                                                                            | 0.5 |  |  |

|       |                                                                                                                                                                          |     |  |  |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 2.17° | <p><b>Метод 2.</b> Записан закон сохранения механической энергии для системы:</p> $\frac{2mv_0^2}{2} = \frac{2mv_C^2}{2} + \frac{m\omega^2 L^2}{4}$                      | 0.2 |  |  |
| 2.18° | <p><b>Метод 2.</b> Определена угловая скорость стержня сразу после соударения :</p> $\omega = \frac{4v_0 \operatorname{tg} \alpha}{L(1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha)}$ | 0.5 |  |  |
| 2.19° | <p><b>Метод 2.</b> Правильный численный ответ</p> $\omega \approx 4.33 \text{ рад/с}$                                                                                    | 0.5 |  |  |
| 3.1   | <p><b>Метод 1.</b> Записано выражение, связывающее скорости шайб 1 и 2:</p> $v_1 = v_2 \sin \alpha$                                                                      | 0.5 |  |  |
| 3.2   | <p><b>Метод 1.</b> Записано выражение, связывающее угловую скорость вращения стержня и скорость второго шарика:</p> $\omega L = v_2 \cos \alpha$                         | 0.5 |  |  |
| 3.3   | <p><b>Метод 1.</b> Определено изменения импульса системы в проекции на ось <math>x</math>:</p> $\Delta p_x = mv_2 + mv_1 \sin \alpha - 2mv_0 \sin \alpha$                | 0.5 |  |  |



|      |                                                                                                                                                                                                                                  |     |  |  |
|------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 3.4  | <p><b>Метод 1.</b> Определено изменения импульса системы в проекции на ось <math>y</math>:</p> $\Delta p_y = -mv_1 \cos \alpha - (-2mv_0 \cos \alpha)$                                                                           | 0.5 |  |  |
| 3.5° | <p><b>Метод 2.</b> Записано уравнение кинематической связи в проекциях на ось <math>x</math>:</p> $v_{2x} = v_2 = v_{Cx} + \frac{\omega L \cos \alpha}{2}$                                                                       | 0.2 |  |  |
| 3.6° | <p><b>Метод 2.</b> Записано уравнение кинематической связи в проекциях на ось <math>y</math>:</p> $v_{2y} = 0 = v_{Cy} + \frac{\omega L \sin \alpha}{2}$                                                                         | 0.2 |  |  |
| 3.7° | <p><b>Метод 2.</b> Определено изменение импульса системы в проекции на ось <math>x</math>:</p> $\Delta p_x = 2mv_{Cx} - 2mv_0 \sin \alpha$                                                                                       | 0.5 |  |  |
| 3.8° | <p><b>Метод 2.</b> Определено изменение импульса системы в проекции на ось <math>y</math>:</p> $\Delta p_y = 2mv_{Cy} - (-2mv_0 \cos \alpha)$                                                                                    | 0.5 |  |  |
| 3.9° | <p><b>Метод 2.</b> Записано уравнение динамики вращательного движения относительно центра масс системы:</p> $\frac{mL^2}{2} \Delta \omega = N \Delta t \frac{L \sin \alpha}{2} - F_{\text{тр}} \Delta t \frac{L \cos \alpha}{2}$ | 0.5 |  |  |

|       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |  |  |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 3.10° | <p><b>Метод 2.</b> Получено соотношение между <math>\omega</math> и <math>v_2</math>:</p> $\omega L = v_2 \cos \alpha$                                                                                                                                                                                                                   | 0.2 |  |  |
| 3.11  | <p>Правильно указана связь изменения импульса системы с импульсами сил в проекции на одну ось. Ось <math>x</math>: <math>\Delta p_x = -F_{\text{тр}} \Delta t</math> или правильно указаны связи (2 шт.) изменений импульсов двух тел системы с импульсами сил в проекции на одну ось.</p>                                               | 0.2 |  |  |
| 3.12  | <p>Правильно указана связь изменения импульса системы с импульсами сил в проекции на вторую ось. Ось <math>y</math>: <math>\Delta p_y = N \Delta t</math> или правильно указаны связи (2 шт.) изменений импульсов двух тел системы с импульсами сил в проекции на вторую ось.</p>                                                        | 0.2 |  |  |
| 3.13  | <p>Записано условие постоянного проскальзывания:</p> $F_{\text{тр}} = \mu N$ <p>или</p> $-\Delta p_x = \mu \Delta p_y$                                                                                                                                                                                                                   | 0.2 |  |  |
| 3.14  | <p>Найдена скорость <math>v_2</math>:</p> $v_2 = \frac{2v_0(\operatorname{tg} \alpha - \mu_1)}{\cos \alpha(1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha - \mu \operatorname{tg} \alpha)}$ <p>или угловая скорость</p> $\omega = \frac{2v_0(\operatorname{tg} \alpha - \mu_1)}{L(1 + 2 \operatorname{tg}^2 \alpha - \mu_1 \operatorname{tg} \alpha)}$ | 1.0 |  |  |
| 3.15  | <p>Аналитически получено условие постоянного проскальзывания:</p> $\mu \leq \operatorname{tg} \alpha$                                                                                                                                                                                                                                    | 0.5 |  |  |

|      |                                                                                                                                                                                                     |     |  |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 3.16 | <p>Аналитически получено условие постоянного проскальзывания:</p> $\mu > 2 \operatorname{tg} \alpha + \operatorname{ctg} \alpha,$ <p>указано, что оно не выполняется</p>                            | 0.1 |  |  |
| 3.17 | <p>Определено значение угловой скорости стержня сразу после соударения для коэффициента трения <math>\mu_1 = 0,2 \leq \operatorname{tg} 30^\circ</math> :</p> $\omega_1 \approx 1.52 \text{ рад/с}$ | 0.5 |  |  |
| 3.18 | Приведено доказательство того, что при $\mu = 0,6 \geq \operatorname{tg} \alpha$ шайба 2 в процессе соударения остановится                                                                          | 0.5 |  |  |
| 3.19 | Указано, что $\omega_2 = 0$ при $\mu_2 = 0,6 > \operatorname{tg} 30^\circ$                                                                                                                          | 0.5 |  |  |

Шифр

$\Sigma$

## 10-Е1. Насыщенный пар

| №   | Пункт разбалловки                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Балл | Пр | Ап |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1 | Записано значение комнатной температуры.                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 0.2  |    |    |
| 1.2 | Найден объем шприца. Значение попадает в диапазон $[22,8; 23,4]$ мл.                                                                                                                                                                                                                                                                          | 0.2  |    |    |
| 1.3 | Проведена оценка погрешности измерения объема шприца.<br>Характерное значение погрешности 0,5 мл.                                                                                                                                                                                                                                             | 0.2  |    |    |
| 1.4 | Приведено описание корректного метода измерения температуры воздуха в шприце (см. примечание №1)                                                                                                                                                                                                                                              | 1.0  |    |    |
| 1.5 | Измерено сечение трубки корректным методом. Значение попадает в диапазон $[5,5; 7,5] \cdot 10^{-2}$ см <sup>2</sup> (см. примечание №3).<br>Также пункт оценивается, если для измерения температуры $T_h$ был выбран корректный способ, не требующий определения площади сечения трубки, и при этом были проведены соответствующие измерения. | 0.2  |    |    |
| 1.6 | Выведена расчетная формула для температуры в шприце (см. примечания №1 и №2).                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.7  |    |    |
| 1.7 | Найдено значение температуры в шприце. Найденное значение попадает в диапазон $[30; 37]^\circ\text{C}$ (см. примечание №3).<br>Оценивается только при выполненном пункте № 1.7 и только в том случае, если предложенный метод измерения корректный.                                                                                           | 0.5  |    |    |
| 1.8 | Проведена оценка погрешности температуры в шприце.<br>Характерное значение погрешности $1,5^\circ\text{C}$ .                                                                                                                                                                                                                                  | 0.2  |    |    |
| 2.1 | Предложен корректный метод измерения изменения давления паров внутри шприца (см. примечание №1).                                                                                                                                                                                                                                              | 1.0  |    |    |
| 2.2 | Предложен реализуемый способ введения жидкости в шприц с сохранением изолированности системы.                                                                                                                                                                                                                                                 | 1.0  |    |    |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                     |                    |  |  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|--|--|
| 2.3 | Выведена формула для расчета давления пара (см. примечания №1 и №2).                                                                                                                                                                                                | 1.0                |  |  |
| 2.4 | Проведено измерение изменения координаты при установившемся давлении паров в шприце.                                                                                                                                                                                | 0.5                |  |  |
| 2.5 | Рассчитано давление насыщенного пара жидкости при комнатной температуре. Измеренное давление попадает в диапазон на калибровочном графике (см. примечание №3).<br>Пункт оценивается при выполненных пунктах № 2.3 и № 2.4.                                          | 1.0                |  |  |
| 2.6 | Рассчитана погрешность давления насыщенного пара при комнатной температуре.<br>Характерное значение погрешности 0,5 кПа.                                                                                                                                            | 0.5                |  |  |
| 2.7 | Измерение точек зависимости координаты капли жидкости от времени.<br>По 0.1 балла за точку, но не более 1 балла.                                                                                                                                                    | 10 точек<br>по 0.1 |  |  |
| 2.8 | Измерения проведены во всем требуемом диапазоне времени и равномерно по координате (давлению). Критерий равномерности: расстояние между каждыми двумя соседними точками не более 20% от размера диапазона изменения координаты (давления).                          | 0.5                |  |  |
| 2.9 | Проведен пересчет измеренных координат в давление пара в шприце.<br>По 0.05 балла за точку, но не более 0.5 баллов.<br>Оценивается только при выполненном пункте № 2.8 и №2.3.                                                                                      | 10 точек<br>по 0.0 |  |  |
| 3.1 | Указано, что скорость изменения количества молекул в газовой фазе равна разнице скоростей испарения и конденсации.                                                                                                                                                  | 0.2                |  |  |
| 3.2 | Указано, что отношение скоростей конденсации и испарения равно отношению давлению пара над каплей к давлению насыщенного пара.<br>$\frac{\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\text{конденсация}}}{\left(\frac{dN}{dt}\right)_{\text{испарение}}} = \frac{p}{p_c} \quad (1)$ | 0.5                |  |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                       |                 |  |  |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|--|--|
| 3.3 | Указано, что давление пара в шприце пропорционально количеству молекул пара.                                                                                                                                                          | 0.2             |  |  |
| 3.4 | Получена связь между скоростью изменения давления пара и давлением пара.<br>Также оценивается связь между скоростью изменения количества молекул и количеством молекул в газовой фазе.                                                | 0.5             |  |  |
| 3.5 | Получена связь между давлением пара и временем.<br>Также оценивается связь между количеством молекул в газовой фазе и временем.                                                                                                       | 0.5             |  |  |
| 3.6 | Явно указано, что динамика изменения давления внутри системы, является линейной функцией в координатах $\ln(p_c - p)$ и $t$ . Или явно указано, что скорость изменения давления со временем будет линейно связана с самим давлением.  | 0.5             |  |  |
| 4.1 | Пересчет значений давления в логарифмы разницы давлений $p_c - p$ . Или расчет скоростей изменения давления.<br>Пункт оценивается только при выполненном пункте №2.8.                                                                 | 10 точек по 0.0 |  |  |
|     | <b>Линеаризованный график или график зависимости производной давления от давления (баллы ставятся только при правдивых данных для построения графика). Пункты №4.2-4.13 оцениваются, только при положительной оценке пункта №4.1.</b> |                 |  |  |
| 4.2 | Оси нарисованы и подписаны.                                                                                                                                                                                                           | 0.2             |  |  |
| 4.3 | Длина каждой из осей графика составляет не менее 12 см. Точки графика занимают не менее 50% места по каждой из осей.                                                                                                                  | 0.2             |  |  |
| 4.4 | Оцифровка осей: 1. Выбрана верная цена деления клетки миллиметровой бумаги;                                                                                                                                                           | 0.2             |  |  |
| 4.5 | Оцифровка осей: 2. Оцифровка и штрихи должны быть нанесены через равные интервалы; 3. На каждой оси не менее 5 масштабных делений.                                                                                                    | 0.2             |  |  |

|      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                  |  |  |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|--|--|
| 4.6  | <p>На график нанесено не менее 10 точек для линеаризованного графика зависимости давления от времени. Или на график нанесено не менее 5 точек для линеаризованного графика зависимости производной давления по времени от давления.</p> <p>— На линеаризованный график нанесено 5-9 точек.</p> <p>— На линеаризованный график нанесено 1-4 точки.</p>                                                                                                                                   | <p>0.2</p> <p>0.1</p> <p>0.0</p> |  |  |
| 4.7  | <p>Нанесены кресты погрешностей экспериментальных точек. Приведено обоснование расчета погрешностей.</p> <p>Характерное значение размеров крестов погрешностей графика <math>\ln(p_c - p)(t)</math> см. в решении. Размер крестов должен увеличиваться по мере приближения графика к области насыщения давления.</p> <p>Характерное значение размеров крестов графика производной давления по времени от давления: по оси давления - 0,5 кПа; по оси производной - 10% от величины.</p> | 0.2                              |  |  |
| 4.8  | На графике проведена характерная линия: кривая для линеаризованного графика; прямая для графика производной давления по времени от давления.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 0.2                              |  |  |
| 4.9  | Верный характерный вид графика. Для линеаризованной зависимости: нелинейная функция с верным изменением углового коэффициента. Для зависимости производной давления от давления: точки можно описать линейной функцией.                                                                                                                                                                                                                                                                 | 0.2                              |  |  |
| 4.10 | Сделан вывод о применимости модели, соответствующий полученным экспериментальным данным.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.5                              |  |  |
| 4.11 | Полученный вывод говорит о том, что модель, предложенная в условии, не выполняется.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.5                              |  |  |
| 5.1  | Выведена расчетная формула для $p_h$ (см. примечания №1 и №2).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1.0                              |  |  |
| 5.2  | Проведено измерение координаты капли в трубке, соответствующее $p_h$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 0.5                              |  |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |     |  |  |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 5.3 | Рассчитано давление $p_h$ . Значение попадает в диапазон на калибровочном графике (см. примечание №3).<br>Оценивается если выполнены пункты № 5.1 и № 5.2.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1.0 |  |  |
| 5.4 | Рассчитано значение погрешности давления $p_h$ .<br>Характерное относительной погрешности значения 15%.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.5 |  |  |
| 6.1 | Проведен корректный расчет давления паров жидкости при температуре 28°C (в соответствии с полученными данными для $p_c$ и $p_h$ ).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 0.2 |  |  |
| 6.2 | Проведена оценка погрешности $p_{28}$ .                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 0.2 |  |  |
|     | <b>Примечание №1.</b> Методы измерения изменения температуры или давления внутри шприца, не основанные на смещении капли внутри трубки, не оцениваются. Проведенные измерения в этом случае также не оцениваются. При этом расчетные теоретические формулы могут быть оценены положительно. <b>Примечание №2.</b> Расчетные формулы считаются верными, если учтено наличие газа в трубке. 1. Температура газа в трубке лежит в диапазоне от $T_0$ до $T_h$ ; 2. Давление паров в трубке лежит в диапазоне от 0 до $p_h$ . <b>Примечание №3.</b> При проверке попадания измеренной величины в диапазон, указанный в разбалловке, рассматривается среднее значение измеренной величины, округленное с той же точностью, что границы диапазона. Диапазон давлений при каждой температуре на калибровочном графике округляется до 0,1 кПа. |     |  |  |



Шифр

$\Sigma$

## 10-Е2. Необычные мосты

| №    | Пункт разбалловки                                                                                                                                                                                                                                      | Балл | Пр | Ап |
|------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----|----|
| 1.1  | Предложен реализуемый метод проверки идеальности вольтметра **                                                                                                                                                                                         | 0.2  |    |    |
| 1.2  | Метод из предыдущего пункта реализован (присутствуют измерения, сделан обоснованный вывод) *+**                                                                                                                                                        | 0.2  |    |    |
| 1.3  | Предложен реализуемый метод проверки идеальности амперметра. **                                                                                                                                                                                        | 0.2  |    |    |
| 1.4  | Метод из предыдущего пункта реализован (присутствуют измерения, сделан обоснованный вывод) *+**                                                                                                                                                        | 0.2  |    |    |
|      | <b>Определение <math>U_0</math></b>                                                                                                                                                                                                                    |      |    |    |
| 1.5  | Предложен и описан метод, дающий погрешность определения напряжения не более 6%                                                                                                                                                                        | 0.5  |    |    |
| 1.6  | Определено $U_0$ , и значение попадает в границы от 3,0 В до 3,4 В.*                                                                                                                                                                                   | 1.0  |    |    |
| 1.7  | Оценка погрешности $U_0$                                                                                                                                                                                                                               | 0.5  |    |    |
| 1.8  | Вывод о корректности данного параметра *                                                                                                                                                                                                               | 0.5  |    |    |
|      | <b>Определение <math>R_1</math></b>                                                                                                                                                                                                                    |      |    |    |
| 1.9  | Предложен и описан метод определения или проверки значения $R_1$ с погрешностью не более 8%                                                                                                                                                            | 0.5  |    |    |
| 1.10 | Измерена сила тока или выполнены иные необходимые измерения. *                                                                                                                                                                                         | 0.5  |    |    |
| 1.11 | Вычислено значение $R_1$ , и оно попадает в границы от 4,3 кОм до 5,1 кОм или вычислено теоретическое значение $I_{12}$ , при условии корректного определения $U_0$ , и экспериментальное значение $I_{12}$ попадает в границы от 627 мкА до 744 мкА * | 1.0  |    |    |
| 1.12 | Оценка погрешности $R_1$ или иного контрольного значения                                                                                                                                                                                               | 0.5  |    |    |
| 1.13 | Вывод о корректности данного параметра *                                                                                                                                                                                                               | 0.5  |    |    |
|      | <b>Определение отношения емкостей</b>                                                                                                                                                                                                                  |      |    |    |

|      |                                                                                                                                                                                                                                    |     |  |  |
|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|--|--|
| 1.14 | Предложена корректная схема для метода, дающего погрешность определения отношения емкостей не более 20% <i>Примечание: Методы, основанные на перезарядке конденсаторов или оценке скорости их разрядки оцениваются в 0 баллов.</i> | 2.5 |  |  |
| 1.15 | Явно указано о необходимости разрядки конденсаторов(ра) перед выполнением опыта.*                                                                                                                                                  | 0.5 |  |  |
| 1.16 | Явно указано об измерении напряжения или тока в первый момент времени после подключения источника.*                                                                                                                                | 0.5 |  |  |
| 1.17 | Выполнены необходимые измерения * <i>Баллы за пункт ставятся, если измерения отличаются от эталонных не более, чем на удвоенную погрешность.</i>                                                                                   | 0.5 |  |  |
| 1.18 | Получено отношение емкостей $C_2/C_1$ , и оно попадает в границы от 2,6 до 4,0 *                                                                                                                                                   | 1.0 |  |  |
| 1.19 | Оценка погрешности $C_2/C_1$                                                                                                                                                                                                       | 0.5 |  |  |
| 1.20 | Вывод о корректности данного параметра.*                                                                                                                                                                                           | 0.5 |  |  |
|      | <b>Определение <math>R_2</math> и <math>R_3</math></b>                                                                                                                                                                             |     |  |  |
| 1.21 | Измерено сопротивление между выводами 3 – 4, и оно попадает в интервал от 49 кОм до 56 кОм                                                                                                                                         | 0.5 |  |  |
| 1.22 | Предложена корректная схема для метода, дающего погрешность определения сопротивлений резисторов не более 8%                                                                                                                       | 2.5 |  |  |
| 1.23 | Явно указано о необходимости разрядки конденсаторов(ра) перед выполнением опыта.*                                                                                                                                                  | 0.5 |  |  |
| 1.24 | Явно указано об измерении напряжения или тока в первый момент времени после подключения источника.*                                                                                                                                | 0.5 |  |  |
| 1.25 | Выполнены необходимые измерения * <i>Баллы за пункт ставятся, если измерения отличаются от эталонных не более, чем на удвоенную погрешность.</i>                                                                                   | 0.5 |  |  |
| 1.26 | Получено значение $R_2$ , и оно попадает в границы от 30 кОм до 36 кОм.*                                                                                                                                                           | 1.0 |  |  |
| 1.27 | Получено значение $R_3$ , и оно попадает в границы от 18 кОм до 22 кОм *                                                                                                                                                           | 1.0 |  |  |
| 1.28 | Оценка погрешности сопротивлений                                                                                                                                                                                                   | 0.5 |  |  |
| 1.29 | Вывод о НЕкорректности данного параметра *                                                                                                                                                                                         | 0.5 |  |  |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p><b>* Баллы за этот пункт ставятся только при ненулевых баллах за соответствующий метод. ** Если все используемые методы не требуют идеальности измерительных приборов, то баллы за проверку идеальности соответствующего прибора ставятся автоматически. - Баллы за выводы о корректности/некорректности параметров ставятся даже при отсутствии оценки погрешности. - Если используется необоснованное предположение об идеальности вольтметра и амперметра, то баллы не ставятся только за первые 4 пункта. - Баллы за численные ответы ставятся только при наличии верных единиц измерения. - Баллы за измерения ставятся при наличии корректного метода, правильных действиях, корректных измеренных значениях.</b></p> |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|