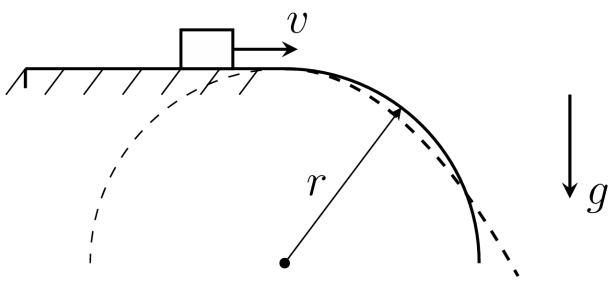
Задачи на тест по физике

8 ноября 2025 г.

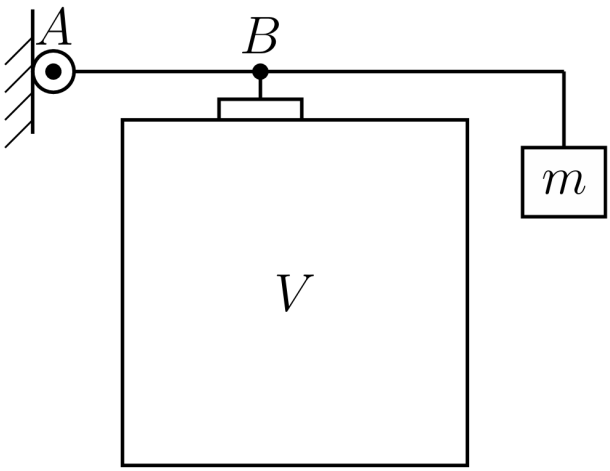
Вариант 1

Задача 1. На тело массой 4 кг, движущееся со скоростью 6 м/с, начинают действовать сила 15 Н и сила сопротивления 3 Н. Найдите изменение кинетической энергии за 5 с.

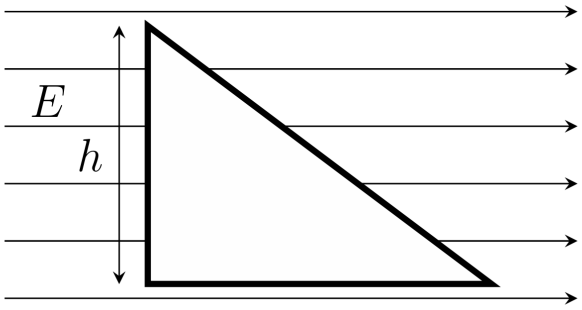
Задача 2. Край гладкого горизонтального стола скруглен по окружности радиуса $r = 0{,}4$ м. С какой наименьшей скоростью нужно пустить по столу малое тело, чтобы оно, достигнув скругления, сразу полетело по параболе? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



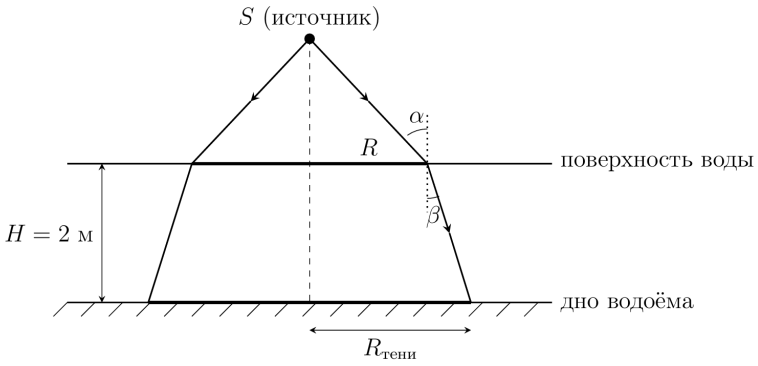
Задача 3. В сосуд цилиндрической формы объёмом 1 м^3 с помощью насоса закачивается воздух со скоростью 0,005 кг/с. В верхнем торце сосуда сделали отверстие и закрыли его предохранительным клапаном. Невесомым стержнем длиной 0,6 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A, клапан удерживается в закрытом состоянии. К правому концу стержня подвешен груз массой 3 кг. Через 8 мин работы насоса клапан открывается при условии, что в начальный момент времени давление воздуха в сосуде было равно атмосферному. Площадь отверстия в верхнем торце сосуда равна 6 см^2. Температура воздуха внутри сосуда и снаружи постоянна и равна 310 К. Найдите расстояние AB.



Задача 4. Найдите отрицательные и положительные потоки однородного электрического поля напряжённости E через замкнутую поверхность прямой трёхгранной призмы, высота которой h. Передняя грань призмы, ширина которой равна h, перпендикулярна E, нижняя грань параллельна E.



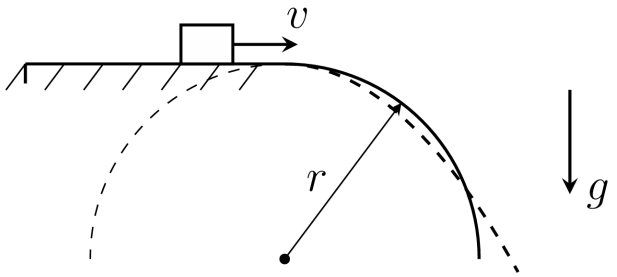
Задача 5. На поверхности водоёма глубиной 2 м плавает круг радиусом 1,7 м. Прямо над кругом находится источник света. Угол падения лучей света на края круга $\alpha = 30°$. Каков радиус тени круга, если $n_{\text{жидкости}} = 5/3$?



Вариант 2

Задача 1. На тело массой 4 кг, движущееся со скоростью 6 м/с, начинают действовать сила 15 Н и сила сопротивления 3 Н. Найдите изменение кинетической энергии за 5 с.

Задача 2. Край гладкого горизонтального стола скруглен по окружности радиуса $r = 0{,}4$ м. С какой наименьшей скоростью нужно пустить по столу малое тело, чтобы оно, достигнув скругления, сразу полетело по параболе? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.



Задача 3. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный воздухом и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно увеличивают, сохраняя давление воздуха в нём постоянным. Как изменяются при этом температура воздуха в сосуде и его плотность?

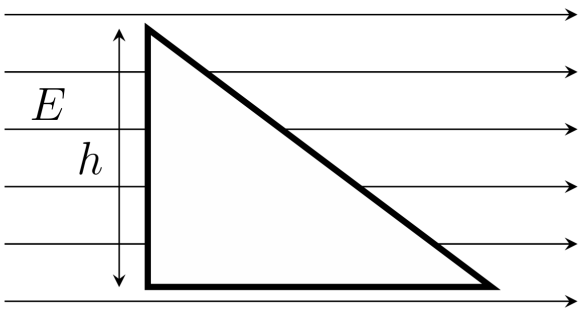
Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

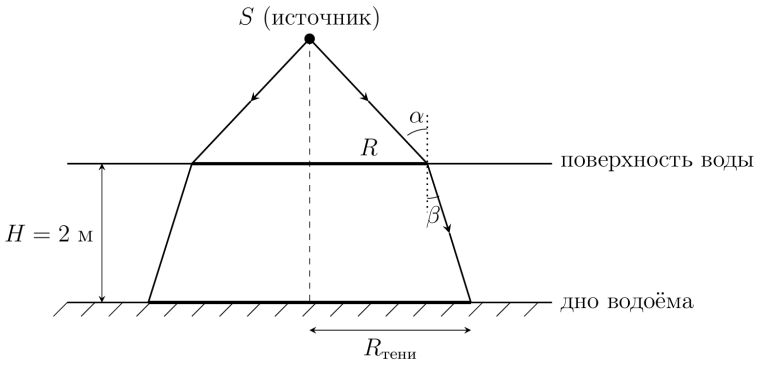
Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Температура воздуха в сосуде	Плотность воздуха в сосуде

Задача 4. Найдите отрицательные и положительные потоки однородного электрического поля напряжённости E через замкнутую поверхность прямой трёхгранной призмы, высота которой h. Передняя грань призмы, ширина которой равна h, перпендикулярна E, нижняя грань параллельна E.



Задача 5. На поверхности водоёма глубиной 2 м плавает круг радиусом 1,7 м. Прямо над кругом находится источник света. Угол падения лучей света на края круга $\alpha = 30°$. Каков радиус тени круга, если $n_{\text{жидкости}} = 5/3$?



Решения

Вариант 1

Задача 1. **Условие.** На тело массой 4 кг, движущееся со скоростью 6 м/с, начинают действовать сила 15 Н и сила сопротивления 3 Н. Найдите изменение кинетической энергии за 5 с.

Решение. 1. Пусть тело движется прямолинейно вдоль оси Ox. Внешняя движущая сила $F = 15$ Н направлена по направлению начальной скорости v_0, а сила сопротивления $F_{\text{сопр}}$ модуля $F_{\text{сопр}} = 3$ Н направлена в противоположную сторону.

2. Найдём модуль равнодействующей силы, действующей на тело:

$$F_{\text{рез}} = F - F_{\text{сопр}} = 15 - 3 = 12 \text{ Н}.$$

3. По второму закону Ньютона ускорение тела равно:

$$a = \frac{F_{\text{рез}}}{m} = \frac{12}{4} = 3 \text{ м/с}^2.$$

4. Скорость тела через время $t = 5$ с составит:

$$v = v_0 + at = 6 + 3 \cdot 5 = 6 + 15 = 21 \text{ м/с}.$$

5. Найдём начальную и конечную кинетические энергии тела:

$$E_{k0} = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4 \cdot 6^2}{2} = 2 \cdot 36 = 72 \text{ Дж},$$

$$E_k = \frac{mv^2}{2} = \frac{4 \cdot 21^2}{2} = 2 \cdot 441 = 882 \text{ Дж}.$$

6. Изменение кинетической энергии:

$$\Delta E_k = E_k - E_{k0} = 882 - 72 = 810 \text{ Дж}.$$

Альтернативный способ (через теорему о кинетической энергии). Перемещение тела за время t:

$$S = v_0 t + \frac{at^2}{2} = 6 \cdot 5 + \frac{3 \cdot 5^2}{2} = 30 + 37{,}5 = 67{,}5 \text{ м}.$$

Работа результирующей силы:

$$A = F_{\text{рез}} \cdot S = 12 \cdot 67{,}5 = 810 \text{ Дж}.$$

По теореме об изменении кинетической энергии: $\Delta E_k = A = 810$ Дж.

Ответ: 810 Дж.

Задача 2. **Условие.** Край гладкого горизонтального стола скруглен по окружности радиуса $r = 0{,}4$ м. С какой наименьшей скоростью нужно пустить по столу малое тело, чтобы оно, достигнув скругления, сразу полетело по параболе? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

Решение. 1. При движении по горизонтальной поверхности стола скорость тела остаётся постоянной, так как поверхность гладкая (трение отсутствует). В момент выхода на скруглённый участок траектории радиуса r тело начинает двигаться по дуге окружности.

2. В начальной точке скругления нормаль к поверхности направлена вертикально вниз (к центру кривизны окружности). На тело действуют две силы:

- сила тяжести mg, направленная вертикально вниз;
- сила нормальной реакции опоры N, направленная вертикально вверх.

3. Запишем уравнение второго закона Ньютона в проекции на вертикальную ось, направленную к центру окружности:

$$ma_n = mg - N,$$

где $a_n = \frac{v^2}{r}$ — центростремительное ускорение. Отсюда сила реакции опоры равна:

$$N = m\left(g - \frac{v^2}{r}\right).$$

4. Чтобы тело сразу оторвалось от поверхности стола и полетело свободно под действием одной лишь силы тяжести (по баллистической траектории — параболе), необходимо, чтобы сила нормальной реакции обратилась в ноль:

$$N \le 0 \implies g - \frac{v^2}{r} \le 0 \implies v \ge \sqrt{gr}.$$

5. Следовательно, наименьшая необходимая скорость равна:

$$v_{\min} = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \cdot 0{,}4} = \sqrt{4} = 2 \text{ м/с}.$$

Ответ: 2 м/с.

Задача 3. Условие. В сосуд цилиндрической формы объёмом 1 м^3 с помощью насоса закачивается воздух со скоростью 0,005 кг/с. В верхнем торце сосуда сделали отверстие и закрыли его предохранительным клапаном. Невесомым стержнем длиной 0,6 м, который может свободно поворачиваться вокруг оси в точке A, клапан удерживается в закрытом состоянии. К правому концу стержня подвешен груз массой 3 кг. Через 8 мин работы насоса клапан открывается при условии, что в начальный момент времени давление воздуха в сосуде было равно атмосферному. Площадь отверстия в верхнем торце сосуда равна 6 см^2. Температура воздуха внутри сосуда и снаружи постоянна и равна 310 К. Найдите расстояние AB.

Решение. 1. Найдём массу воздуха Δm, закачанного в сосуд за время работы насоса:

$$t = 8 \text{ мин} = 8 \cdot 60 = 480 \text{ с},$$

$$\Delta m = q \cdot t = 0{,}005 \text{ кг/с} \cdot 480 \text{ с} = 2{,}4 \text{ кг}.$$

2. Оценим избыточное давление $\Delta p = p - p_0$ внутри сосуда по уравнению состояния идеального газа (Менделеева–Клапейрона). Так как объём сосуда $V = 1$ м^3 и температура $T = 310$ К остаются постоянными:

$$\Delta p \cdot V = \frac{\Delta m}{\mu} RT,$$

где:

- $\mu \approx 0{,}029$ кг/моль — средняя молярная масса воздуха;
- $R \approx 8{,}31$ Дж/(моль·К) — универсальная газовая постоянная.

Вычислим величину избыточного давления:

$$\Delta p = \frac{\Delta m \cdot R \cdot T}{\mu \cdot V} = \frac{2{,}4 \cdot 8{,}31 \cdot 310}{0{,}029 \cdot 1} \approx \frac{6182{,}64}{0{,}029} \approx 2{,}132 \cdot 10^5 \text{ Па}.$$

3. Избыточное давление создаёт силу, стремящуюся приоткрыть клапан снизу вверх. Площадь отверстия:

$$S = 6 \text{ см}^2 = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Результирующая сила давления воздуха на клапан:

$$F_{\text{кл}} = \Delta p \cdot S \approx 2{,}132 \cdot 10^5 \cdot 6 \cdot 10^{-4} \approx 127{,}9 \text{ Н}.$$

4. По третьему закону Ньютона клапан действует на стержень в точке B с силой $F_{\text{кл}}$, направленной вертикально вверх. На правом конце стержня (на расстоянии $L = 0{,}6$ м от точки A) подвешен груз массой $M = 3$ кг, создающий силу тяжести:

$$F_{\text{гр}} = Mg \approx 3 \cdot 9{,}8 \approx 29{,}4 \text{ Н} \quad (\text{при } g = 10 \text{ м/с}^2 \implies F_{\text{гр}} = 30 \text{ Н}).$$

5. В момент открытия клапана выполняется условие равновесия моментов сил относительно оси вращения A:

$$F_{\text{кл}} \cdot AB = Mg \cdot L.$$

Отсюда выражаем искомое расстояние AB:

$$AB = \frac{Mg \cdot L}{F_{\text{кл}}}.$$

При $g = 10$ м/с^2:

$$AB = \frac{3 \cdot 10 \cdot 0{,}6}{127{,}9} = \frac{18}{127{,}9} \approx 0{,}1407 \text{ м} \approx 14 \text{ см}.$$

При $g = 9{,}8$ м/с^2:

$$AB = \frac{3 \cdot 9{,}8 \cdot 0{,}6}{127{,}9} = \frac{17{,}64}{127{,}9} \approx 0{,}138 \text{ м} \approx 14 \text{ см}.$$

Ответ: $AB \approx 0{,}14$ м $= 14$ см.

Задача 4. Условие. Найдите отрицательные и положительные потоки однородного электрического поля напряжённости E через замкнутую поверхность прямой трёхгранной призмы, высота которой h. Передняя грань призмы, ширина которой равна h, перпендикулярна E, нижняя грань параллельна E.

Решение. 1. По определению, поток вектора напряжённости электрического поля $\vec{E}$ через плоскую поверхность площадью S равен:

$$\Phi = (\vec{E} \cdot \vec{n})S = ES\cos\theta,$$

где $\vec{n}$ — единичный вектор внешней нормали к поверхности, θ — угол между $\vec{E}$ и $\vec{n}$.

2. Поверхность прямой трёхгранной призмы состоит из 5 граней:

- **Передняя (вертикальная) грань**: её размеры равны высоте призмы h и ширине h. Площадь $S_1 = h \cdot h = h^2$. Вектор внешней нормали $\vec{n}_1$ направлен наружу призмы (влево), то есть прямо противоположно вектору $\vec{E}$ ($\theta_1 = 180°$). Поток через эту грань:

$$\Phi_1 = ES_1\cos(180°) = -Eh^2.$$

  Это отрицательный поток.

- **Нижняя (горизонтальная) грань**: параллельна вектору $\vec{E}$, внешняя нормаль направлена вниз ($\theta = 90°$):

$$\Phi_{\text{нижн}} = ES_{\text{нижн}} \cos(90°) = 0.$$

- **Два треугольных основания (торцы)**: их плоскости параллельны линиям поля $\vec{E}$, внешние нормали перпендикулярны $\vec{E}$ ($\theta = 90°$):

$$\Phi_{\text{осн1}} = \Phi_{\text{осн2}} = 0.$$

- **Наклонная грань (гипотенузная)**: через неё силовые линии поля выходят наружу призмы под острым углом к внешней нормали $\vec{n}_2$. Проекция площади наклонной грани на плоскость, перпендикулярную линиям поля $\vec{E}$, в точности равна площади передней грани:

$$S_{2\perp} = S_2 \cos\theta_2 = S_1 = h^2.$$

Поток через наклонную грань:

$$\Phi_2 = ES_2 \cos\theta_2 = Eh^2.$$

Это положительный поток.

3. Полный поток через замкнутую поверхность призмы равен нулю в соответствии с теоремой Гаусса, поскольку внутри призмы отсутствуют электрические заряды:

$$\Phi_{\text{полн}} = \Phi_1 + \Phi_2 = -Eh^2 + Eh^2 = 0.$$

Ответ: Отрицательный поток: $\Phi_- = -Eh^2$; положительный поток: $\Phi_+ = Eh^2$.

Задача 5. Условие. На поверхности водоёма глубиной 2 м плавает круг радиусом 1,7 м. Прямо над кругом находится источник света. Угол падения лучей света на края круга $\alpha = 30°$. Каков радиус тени круга, если $n_{\text{жидкости}} = 5/3$?

Решение. 1. Источник света находится на вертикальной оси симметрии круга. Лучи света, проходящие в непосредственной близости от края непрозрачного диска радиусом $R = 1{,}7$ м, падают на поверхность воды под углом $\alpha = 30°$ к вертикали.

2. При переходе из воздуха ($n_0 = 1$) в воду ($n = 5/3$) лучи преломляются по закону Снеллиуса:

$$\sin\alpha = n \sin\beta \implies \sin\beta = \frac{\sin\alpha}{n}.$$

Подставим числовые значения:

$$\sin\beta = \frac{\sin 30°}{5/3} = \frac{1/2}{5/3} = \frac{3}{10} = 0{,}3.$$

3. Найдём тангенс угла преломления β:

$$\cos\beta = \sqrt{1 - \sin^2\beta} = \sqrt{1 - 0{,}3^2} = \sqrt{1 - 0{,}09} = \sqrt{0{,}91},$$

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\sin\beta}{\cos\beta} = \frac{0{,}3}{\sqrt{0{,}91}} = \frac{3}{\sqrt{91}}.$$

4. Преломлённый луч распространяется в толще воды под углом β к вертикали, удаляясь от оси симметрии. На глубине $H = 2$ м дополнительное радиальное смещение луча составляет:

$$\Delta r = H \cdot \operatorname{tg}\beta = 2 \cdot \frac{3}{\sqrt{91}} = \frac{6}{\sqrt{91}}.$$

Поскольку $\sqrt{91} \approx 9{,}5394$:

$$\Delta r \approx \frac{6}{9{,}5394} \approx 0{,}629 \text{ м}.$$

5. Радиус тени на дне водоёма равен расстоянию от оси симметрии до крайней границы, куда попадают преломлённые лучи:

$$R_{\text{тени}} = R + \Delta r = 1{,}7 + 0{,}629 \approx 2{,}33 \text{ м}.$$

Ответ: $R_{\text{тени}} \approx 2{,}33$ м.

Вариант 2

Задача 1. Условие. На тело массой 4 кг, движущееся со скоростью 6 м/с, начинают действовать сила 15 Н и сила сопротивления 3 Н. Найдите изменение кинетической энергии за 5 с.

Решение. Условие задачи полностью совпадает с Задачей 1 Варианта 1.

1. Результирующая сила: $F_{\text{рез}} = 15 - 3 = 12$ Н. 2. Ускорение: $a = \frac{F_{\text{рез}}}{m} = \frac{12}{4} = 3$ м/с^2. 3. Конечная скорость: $v = v_0 + at = 6 + 3 \cdot 5 = 21$ м/с. 4. Изменение кинетической энергии:

$$\Delta E_k = \frac{mv^2}{2} - \frac{mv_0^2}{2} = \frac{4 \cdot 21^2}{2} - \frac{4 \cdot 6^2}{2} = 882 - 72 = 810 \text{ Дж}.$$

Ответ: 810 Дж.

Задача 2. Условие. Край гладкого горизонтального стола скруглен по окружности радиуса $r = 0{,}4$ м. С какой наименьшей скоростью нужно пустить по столу малое тело, чтобы оно, достигнув скругления, сразу полетело по параболе? Ускорение свободного падения $g = 10$ м/с^2.

Решение. Условие задачи совпадает с Задачей 2 Варианта 1.

Тело отрывается от поверхности в начальной точке скругления, если центростремительное ускорение обеспечивается исключительно силой тяжести, а сила реакции опоры равна нулю:

$$N = m\left(g - \frac{v^2}{r}\right) = 0 \implies v_{\min} = \sqrt{gr} = \sqrt{10 \cdot 0{,}4} = 2 \text{ м/с}.$$

Ответ: 2 м/с.

Задача 3. Условие. При исследовании изопроцессов использовался закрытый сосуд переменного объёма, заполненный воздухом и соединённый с манометром. Объём сосуда медленно увеличивают, сохраняя давление воздуха в нём постоянным. Как изменяются при этом температура воздуха в сосуде и его плотность?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

1. увеличивается
2. уменьшается
3. не изменяется

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждого ответа. Цифры в ответе могут повторяться.

Решение. 1. Сосуд закрыт, следовательно, масса воздуха остаётся постоянной: $m = \text{const}$.

2. Процесс происходит при постоянном давлении $p = \text{const}$ (изобарный процесс).

3. **Температура воздуха.** По закону Гей-Люссака для изобарного процесса идеального газа:

$$\frac{V}{T} = \text{const} \implies T = \frac{p\mu}{mR} \cdot V.$$

Так как объём сосуда V увеличивают, температура воздуха T линейно возрастает, то есть *увеличивается* (соответствует цифре 1).

4. **Плотность воздуха.** Плотность газа по определению равна:

$$\rho = \frac{m}{V}.$$

Поскольку масса m постоянна, а объём V увеличивается, плотность воздуха *уменьшается* (соответствует цифре 2).

Заполненная таблица:

Температура воздуха в сосуде	Плотность воздуха в сосуде
1	2

Ответ: 12.

Задача 4. Условие. Найдите отрицательные и положительные потоки однородного электрического поля напряжённости E через замкнутую поверхность прямой трёхгранной призмы, высота которой h. Передняя грань призмы, ширина которой равна h, перпендикулярна E, нижняя грань параллельна E.

Решение. Задача полностью идентична Задаче 4 Варианта 1.

- Через переднюю грань вектор напряжённости входит внутрь призмы (угол с внешней нормалью $\theta = 180°$):
$$\Phi^- = E \cdot S_1 \cdot \cos(180°) = -Eh^2.$$
- Через наклонную грань силовые линии выходят наружу; площадь проекции наклонной грани равна $S_1 = h^2$, поэтому поток положительный:
$$\Phi^+ = E \cdot S_1 = Eh^2.$$
- Через нижнюю грань и боковые торцы поток равен 0, так как линии поля скользят вдоль них ($\vec{E} \perp \vec{n}$).

Ответ: $\Phi^- = -Eh^2$; $\Phi^+ = Eh^2$.

Задача 5. Условие. На поверхности водоёма глубиной 2 м плавает круг радиусом 1,7 м. Прямо над кругом находится источник света. Угол падения лучей света на края круга $\alpha = 30°$. Каков радиус тени круга, если $n_{\text{жидкости}} = 5/3$?

Решение. Задача полностью идентична Задаче 5 Варианта 1.

1. Закон преломления:
$$\sin\beta = \frac{\sin 30°}{5/3} = 0{,}3.$$

2. Тангенс угла преломления:

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{0{,}3}{\sqrt{1-0{,}3^2}} = \frac{3}{\sqrt{91}} \approx 0{,}3145.$$

3. Уширение тени на дне за счёт расхождения лучей:

$$\Delta r = H\operatorname{tg}\beta = 2\cdot\frac{3}{\sqrt{91}} \approx 0{,}629 \text{ м}.$$

4. Полный радиус тени:

$$R_{\text{тени}} = R + \Delta r = 1{,}7 + 0{,}629 \approx 2{,}33 \text{ м}.$$

Ответ: $R_{\text{тени}} \approx 2{,}33$ м.