

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОДЕРЖАНИЯ КИМ ЕГЭ-2018 ПО ФИЗИКЕ (21.12.2017)

Исакова Наталья Петровна,

председатель региональной предметной комиссии по физике,
старший преподаватель кафедры физики, методов контроля и
диагностики Тюменского индустриального университета

МЕТОДИКА РЕШЕНИЯ, ПРОВЕРКИ И ОЦЕНИВАНИЯ
ЗАДАНИЙ С РАЗВЕРНУТЫМ ОТВЕТОМ
(РАСЧЕТНАЯ ЗАДАЧА №29 ПО МЕХАНИКЕ)

КОДИФИКАТОР

2.1.7	Абсолютная температура: $T = t^{\circ} + 273\text{К}$
2.1.8	Связь температуры газа со средней кинетической энергией поступательного теплового движения его частиц: $\overline{\varepsilon_{\text{пост}}} = \left(\frac{m_0 v^2}{2} \right) = \frac{3}{2} kT$
2.1.9	Уравнение $p = nkT$
2.1.10	Модель идеального газа в термодинамике: { Уравнение Менделеева-Клапейрона { Выражение для внутренней энергии Уравнение Менделеева-Клапейрона (применимые формы записи): $pV = \frac{m}{\mu} RT = \nu RT = NkT, \quad p = \frac{\rho RT}{\mu}.$ Выражение для внутренней энергии одноатомного идеального газа (применимые формы записи): $U = \frac{3}{2} \nu RT = \frac{3}{2} NkT = \frac{3}{2} \frac{m}{\mu} RT = \frac{3}{2} pV = \nu c_v T = C_{VN} T$
2.1.11	Закон Дальтона для давления смеси разреженных газов: $p = p_1 + p_2 + \dots$

ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае:);</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные <u>обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений величин, используемых в условии задачи и стандартных обозначений¹ величин, используемых при написании физических законов)</u>;</p> <p>III) проведены <u>необходимые математические преобразования</u> и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен <u>правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</u></p>	3

¹ Здесь и далее стандартными считаются обозначения, принятые в кодификаторе элементов содержания и требований к уровню подготовки выпускников общеобразовательных учреждений для проведения единого государственного экзамена по физике

ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

<p>Правильно записаны все необходимые положения теории, физические законы, закономерности, и проведены необходимые преобразования. Но имеются один или несколько из следующих недостатков.</p>	2
<p>Записи, соответствующие пункту II, представлены не в полном объёме или отсутствуют.</p>	2.1
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В решении имеются лишние записи, не входящие в решение (возможно, неверные), которые не отделены от решения (не зачёркнуты; не заключены в скобки, рамку и т.п.).</p>	2.2
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>В необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) в математических преобразованиях/вычислениях пропущены логически важные шаги.</p>	2.3
<p>И (ИЛИ)</p>	
<p>Отсутствует пункт IV, или в нём допущена ошибка</p>	2.4

ОБОБЩЕННАЯ СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

Представлены записи, соответствующие <u>одному</u> из следующих случаев.	1
Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых <u>необходимо и достаточно</u> для решения данной задачи, без каких-либо преобразований с их использованием, направленных на решение задачи.	1.1
ИЛИ	
В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимая для решения данной задачи (или утверждение, лежащее в основе решения), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.	1.2
ИЛИ	
В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения данной задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи	1.3
Все случаи решения, которые не соответствуют вышеуказанным критериям выставления оценок в 1, 2, 3 балла	0

ВОЗМОЖНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В СХЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ ЗАДАНИЙ 29-32

а) Требуется дополнительно сделать **рисунок с указанием сил**, действующих на тело. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению **2 баллов**.

б) Требуется изобразить **схему электрической цепи или оптическую схему**. В этом случае включается требование к правильности рисунка в описание полного правильного ответа, а также дополнительные условия к выставлению **2 и 1 баллов**.

в) В задании **не требуется получения числового ответа**. В этом случае в описании полного верного решения снимается требование к указанию числового ответа, и вносятся изменения в критерии оценивания **на 2 балла**.

г) Условие задачи предполагает **определение данных по графику, таблице или рисунку экспериментальной установки**. В этом случае в описание полного верного решения вносится дополнительное требование к правильности определения исходных данных по графику, таблице или рисунку экспериментальной установки, а также указывается дополнительное требование к выставлению **2 баллов**.

КОММЕНТАРИИ К ОБОБЩЁННОЙ СИСТЕМЕ ОЦЕНИВАНИЯ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ

Решение учащегося может иметь логику, отличную от авторской логики решения (альтернативное решение). В этом случае эксперт оценивает возможность решения конкретной задачи тем способом, который выбрал учащийся. Если ход решения учащегося допустим, то *эксперт оценивает полностью и правильность этого решения на основании того списка основных законов, формул или утверждений, которые соответствуют выбранному способу решения.*

В качестве исходных формул принимаются только те, которые указаны в кодификаторе. При этом форма записи формулы значения не имеет (например: $Q = cm\Delta T$, $c = \frac{Q}{m\Delta T}$ и т.п.). Если же учащийся использовал в качестве исходной формулы ту, которая не указана в кодификаторе, то работа оценивается исходя из отсутствия одной из необходимых для решения формул. (Например, учащийся может в качестве исходной использовать формулу для изменения внутренней энергии одноатомного идеального газа $\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$, поскольку она есть в кодификаторе. Однако, формулу для количества теплоты, полученного газом в изобарном процессе $Q = \frac{5}{2} p \Delta V$, в качестве исходной использовать нельзя (отсутствует в кодификаторе). В этом случае даже такая работа оценивается по критерию отсутствия одной из основополагающих формул и оценивается в 1 балл, даже при наличии верного числового ответа.

Встречаются случаи, когда ученик представляет решение задачи, в котором «подменяется» условие задачи и определяет другую физическую величину. Здесь можно рассматривать три варианта:

- * Если в задании требовалось определить отношение величин « A/B », а участник экзамена определил значение отношения « B/A », то это не считается ошибкой или погрешностью.

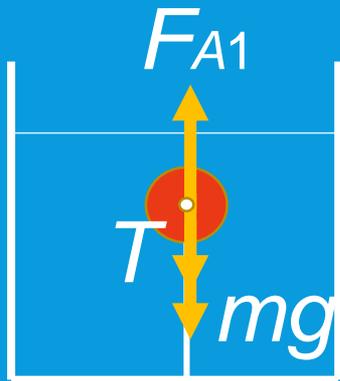
- * Если подмена сводится к тому, что учащийся определил не ту величину, которую требовалось рассчитать по условию задачи, а другую (при условии, что полученный ответ можно считать промежуточным этапом при определении требуемой величины и при этом в других вариантах не требуется определить именно найденную тестируемым величину), то это может быть отнесено к ошибке того же порядка, что и ошибки в преобразованиях.

- * Если же подмена сводится к решению задачи, представленной в другом варианте экзаменационной работы, то такое решение оценивается 0 баллов.

ЗАДАЧА №29

ПРИМЕР - 1

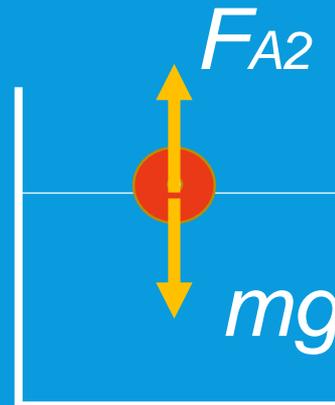
Деревянный шар привязан нитью ко дну цилиндрического сосуда с площадью дна $S = 100 \text{ см}^2$. В сосуд наливают воду так, что шар полностью погружается в жидкость, при этом нить натягивается и действует на шар с силой T . Если нить перерезать, то шар всплывёт, а уровень воды изменится на $h = 5 \text{ см}$. Найдите силу натяжения нити T .



$$F_{A1} = T + mg$$

$$F_{A1} = \rho V_1 g$$

$$\rho V_1 g = T + mg$$



$$F_{A2} = mg$$

$$F_{A2} = \rho V_2 g$$

$$\rho V_2 g = mg$$

$$\rho V_1 g - \rho V_2 g = T + mg - mg$$

$$\rho g (V_1 - V_2) = T$$

$$V_1 - V_2 = Sh$$

$$\rho g Sh = T$$

$$T = 10^3 \cdot 10 \cdot 100 \cdot 10^{-4} \cdot 0,05 = 5 \text{ Н.}$$

- *условия равновесия шара для двух случаев*
- *закон Архимеда*

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: условия равновесия шара для двух случаев, закон Архимеда)</u>;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

28) Дано:

$$S_{\text{шар}} = 100 \text{ см}^2$$

$$\rho_{\text{воды}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

$$h = 5 \text{ см}$$

СМ:

$$0,01 \text{ м}^2$$

$$0,05 \text{ м}$$

Примеры решения

1) Векторная сумма всех сил, действующих на шар, погружённый в воду, равна нулю, т.к. шар покоится:

$$\rho_{\text{дерева}} = 400 \text{ кг/м}^3$$

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0;$$

Спроецируем силы, действующие на шар, на ось Oy :

Итого:

$$Oy: F_A - mg - T = 0;$$

T

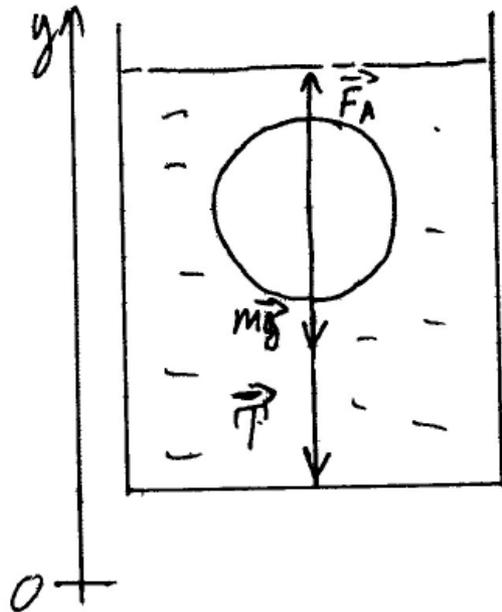
Вертикаль сил Архимеда:

$$F_A = \rho_{\text{жид.}} \cdot g \cdot V_{\text{погр. шар}}$$

Вертикаль массы тела:

$$m = \rho_{\text{тела}} \cdot V_{\text{тела}}$$

$$\rho_{\text{воды}} \cdot g \cdot V_{\text{погр.}} - \rho_{\text{дерева}} \cdot V_{\text{шара}} \cdot g = T;$$



2) Когда перевернуты штырь и шток
вместо $V_{ш}$, то сила Архимеда будет
уравновешивать силу тяжести:

$$F_A' = m g;$$

$[x]$ - отношение
объёма всего
штока к порш-
невой его
части

$$\rho_{ш} \cdot g \cdot \frac{V_{ш}}{x} = \rho_{пер.} \cdot V_{ш} \cdot g;$$

$$\frac{\rho_{ш}}{x} = \rho_{пер.}; \Rightarrow x = \frac{\rho_{ш}}{\rho_{пер.}} = \frac{5}{2};$$

$$\frac{2 \cdot V_{ш}}{5} = 0,4 V_{ш} - \text{объём погружённой}$$

части штока.

F_A' будет уравновешивать $m g$, поэтому:

$$\begin{matrix} (F_A') & & (m g) \\ \rho_{ш} \cdot g \cdot 0,4 V_{ш} & = & \rho_{ш} \cdot V_{ш} \cdot g; \end{matrix}$$

3) $V_{ш} - 0,4 V_{ш} = 0,6 V_{ш}$ - объём непогруж.
части

т.к. при вращении шара уровень воды
будет уменьшаться на h , но стравливать
сегуровые:

$$0,6 V_{ш} = S \cdot h;$$

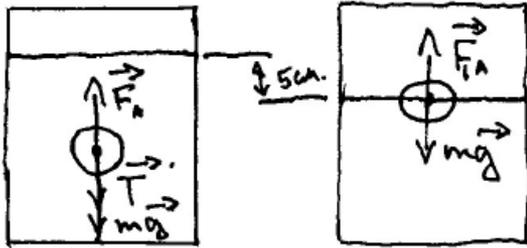
Ответ: $T = 5M$.

$$T = \rho_{ш} \cdot g \cdot S \cdot h = 1000 \text{ кг/м}^3 \cdot 10 \text{ м/с}^2 \cdot 0,01 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 5M$$

28)

Dano:
 $S = 100 \text{ cm}^2$
 $\Delta h = 5 \text{ cm}$.

$T = ?$



$$F_A = T + mg$$

$$mg = F_A - T$$

$$F_A - T = F_{1A}$$

$$T = F_A - F_{1A} = \rho g V - \rho g V_{\text{corp.}} = \rho g (V - V_{\text{corp.}}) = \rho g V_{\text{zaglog}} =$$

$$= 1000 \cdot 10 \cdot 500 \cdot 10^{-6} = 5 \text{ N.} \quad \text{Oтвет: } 5 \text{ N.}$$

$$V_{\text{zaglog}} = \Delta V_{\text{zag}} = S \cdot \Delta h = 100 \cdot 5 = 500 \text{ cm}^3 = 500 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3.$$

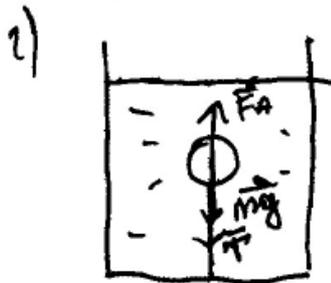
Dano:

$$S = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$h = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

T = ?

Temelne ~ 28



$$1) \vec{F}_A + \vec{m}g + \vec{T} = 0$$

$$\text{O y: } F_A = mg + T$$

$$F_A = \rho g V \quad m = V \cdot \rho_w$$

$$\rho g V = V \cdot \rho_w g + T$$

$$T = Vg(\rho - \rho_w) \quad (1)$$

$$T = \frac{Sh\rho g(\rho - \rho_w)}{(\rho - \rho_w)} = Sh \cdot \rho \cdot g$$

$$T = 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} \cdot 10^3 \cdot 20 = 5 \text{ H}$$

Odgovor: $T = 5 \text{ H}$

$$2) \vec{F}_A + \vec{m}g = 0$$

$$F_A = mg$$

$$F_A = \rho g V'$$

$$V' = V - \Delta V = V - Sh$$

$$(V - Sh)\rho g = V \cdot \rho_w \cdot g$$

$$V\rho - Sh\rho = V \cdot \rho_w$$

$$V = \frac{Sh\rho}{\rho - \rho_w}$$

negativno 6
proučavanje (1)

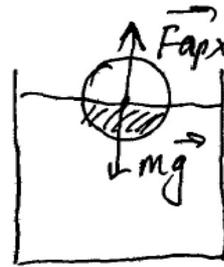
N 28

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2 = 1 \text{ м}^2$$

$$\Delta h = 0,05 \text{ м}$$

$$T = ?$$



Решение:

Первоначально ~~шарик~~ сила натяжения нити T и сила тяжести mg будут держать шарик у дна, а $F_{арх}$ будет уравновешивать эту силу.

$$F_{арх1} = T + mg \quad (1)$$

Во второе время сила, когда нить оборвется, шарик всплывет и будет уравновешен силой тяжести и силой архимеда $F_{арх2}$

$$F_{арх2} = mg \quad (2)$$

Подставив mg из (2) уравнение во второе (1) получаем

$$T = F_{арх1} - F_{арх2} = \rho_{л} g V_1 - \rho_{л} g V_2 = \rho_{л} g (V_1 - V_2) = \rho_{л} g \Delta V$$

$$\Delta V = S \cdot \Delta h = 1 \text{ м}^2 \cdot 0,05 \text{ м} = 0,05 \text{ м}^3$$

$$T = 1000 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} \cdot 0,05 \text{ м}^3 = 500 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 500 \text{ Н}$.

Дано:

$$S = 100 \text{ см}^2$$

$$\Delta h = 5 \text{ см}$$

$$F_{\text{нат}}(\tau) = ?$$

$$\rho_{\text{дер}} = 400 \text{ кг/м}^3$$

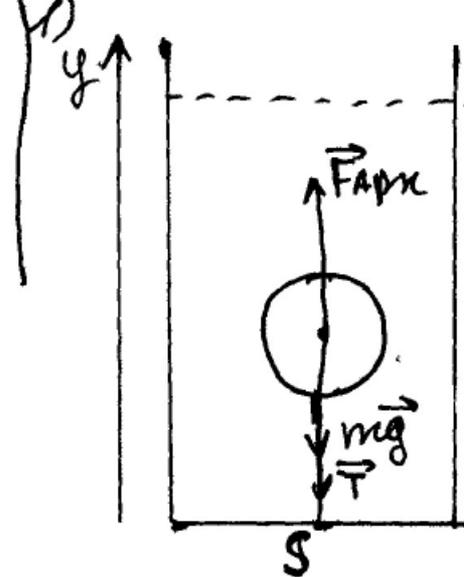
$$\rho_{\text{в}} = 1000 \text{ кг/м}^3$$

СИ:

$$10^{-2} \text{ м}^2$$

$$5 \cdot 10^{-2} \text{ м}$$

Решение:



уровень воды.

$$\Sigma \vec{F} = \vec{F}_{\text{арх}} + m\vec{g} + \vec{T}$$

$$y: \vec{F}_{\text{арх}} + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$F_{\text{арх}} = T + mg$$

$$T = mg - F_{\text{арх}}$$

$$T = mg - (\rho_{\text{ж}} g V_{\text{м}})$$

$$T = g (m_{\text{м}} - \rho_{\text{ж}} V_{\text{м}})$$

2) Поскольку если шар всплывёт, то уровень воды

уменьшится на 5 см $\Rightarrow V'$ - объём уменьшится

$$V' = S \cdot h; V' = 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ (м}^3\text{)}. \text{ П.к шар}$$

деревянный \Rightarrow он будет плавать так, что V (наг-

водной части) = 0,6 V (всего шара); П.к $\frac{\rho_{\text{в}} g}{\rho_{\text{дер}}} = \frac{1000 \text{ кг/м}^3}{400 \text{ кг/м}^3}$.

$$3) 0,6 V_{\text{шар}} = V'$$

$$0,6 V_{\text{шар}} = 5 \cdot 10^{-4}$$

$$V_{\text{шар}} = \frac{5 \cdot 10^{-4}}{0,6} = 8,3 \cdot 10^{-4}$$

$$4) V_{\text{шар}} = \frac{m}{\rho_{\text{шар}}} =$$

$$m_{\text{шар}} = V_{\text{шар}} \cdot \rho_{\text{шар}}$$

$$V_{\text{шар}} = V_m \Rightarrow T = g (V_{\text{шар}} \cdot \rho_{\text{шар}} - \rho_{\text{воз}} \cdot V_{\text{шар}})$$

$$\rho_m = \rho_{\text{шар}} \downarrow \text{из условия на бороте} \quad T = 10 (8,3 \cdot 10^{-4} \cdot 400 - 1000 \cdot 8,3 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 10 (8,3 \cdot 10^{-4} \cdot 4 \cdot 10^2 - 10^3 \cdot 8,3 \cdot 10^{-4}) =$$

$$= 10 (33,2 \cdot 10^{-2} - 8,3 \cdot 10^{-1}) =$$

$$= 33,2 \cdot 10^{-1} - 8,3 = 3,32 - 8,3 = -4,98$$

Т.к. момент силы отрицательной $\Rightarrow T = 4,98 \text{ Н.}$

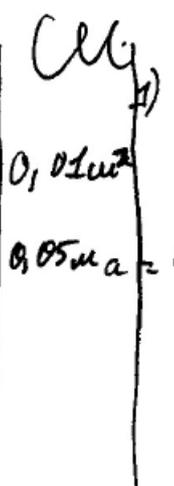
Ответ: 4,98.

28) Дано:

- $S = 100 \text{ cm}^2$
- $h = 5 \text{ cm}$
- $\rho_m = 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$
- $\rho_g = 400 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$

T = ?

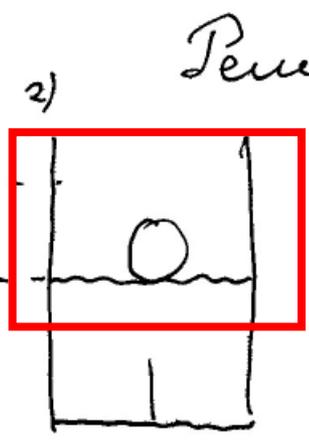
Ответ: 3Н



$$T = \rho_m g h S - \rho_g g h S$$

$$T = g h S (\rho_m - \rho_g)$$

$$T = 10 \cdot 0,05 \cdot 0,01 (1000 - 400) = 3 \text{ H}$$



$$\vec{F} = m \vec{a} \quad (2\text{-й з. Ньютон})$$

$$\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0$$

$$mg + T = F_A$$

$$\text{Или } T = F_A - mg$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_A = \rho_m g V \\ V = h S \\ m = \rho_g V \end{array} \right.$$

Dano:

$$S = 100 \text{ cm}^2 = 10^{-2} \text{ m}^2$$

$$\Delta h = 5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$$

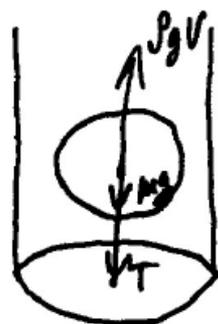
$$\rho_b = 1000 \text{ kg m}^{-3}$$

$$g = 10 \text{ m/s}^2$$

$$\rho_g = 400 \text{ kg m}^{-3}$$

T = ?

Schemu:



$$\rho_b g V_m = T + m g$$

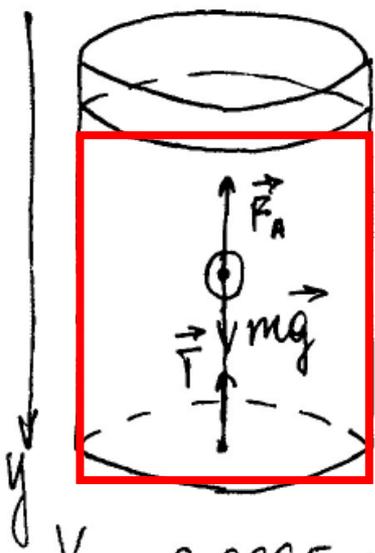
$$T = \rho_b g V_m - m g$$

$$V_m = \pi R^2 \Delta h = 3,14 \cdot 10^{-2} \cdot 5 \cdot 10^{-2} = 15,7 \cdot 10^{-4}$$

$$m_m = \rho_g \cdot V_m = 400 \cdot 15,7 \cdot 10^{-4} = 62,8 \cdot 10^{-2} = 0,6 \text{ kg}$$

$$T = 10^3 \cdot 10 \cdot 15,7 \cdot 10^{-4} - 0,6 \cdot 10 = 15,7 - 0,6 = 9,7 \text{ N}$$

Odgovor: 9,7 N



По ~~второму~~ закону Ньютона - ^{сумма} сумма всех сил, действующих на тело = 0.

$$+\vec{F}_A + m\vec{g} + \vec{T} = 0; \text{ Спроецируем на ось } OY:$$

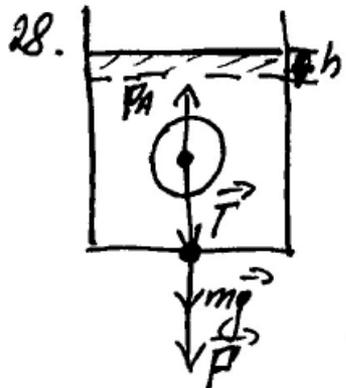
$$-F_A + mg - T = 0 \Rightarrow T = -F_A + mg$$

$$F_A = \rho g V_m, \text{ где } V_m - \text{объем тела};$$

$$V_1 = S_n \cdot h = 0,01 \text{ м}^3; V_2 = S_n (h + 0,05) = 0,015 + 0,0005 \text{ м}^3$$

$$V_m = 0,0005 \text{ м}^3; m_m = V_m \rho_m = 0,0005 \cdot 400 = 0,2 \text{ кг};$$

$$T = -10^3 \cdot 10 \cdot 5 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 10^{-1} \cdot 10 = 15 \text{ Н}; \text{ Ответ: } T = 15 \text{ Н}$$



На тело действуют 4 силы: Сила Архимеда (F_A), выталкивающая тело вверх; сила тяжести (mg); сила натяжения (T) и сила давления.

Т.к. из условия задачи, если нить перерезать, то шар всплывёт, это значит, что $F_A > mg$, но численно они при-

мерно равны. $\Rightarrow F_A \approx T \approx F$, ~~$F = \rho_x \cdot g \cdot \Delta h \cdot S$~~ $F = \rho \cdot S = \rho_x \cdot g \cdot \Delta h \cdot S$

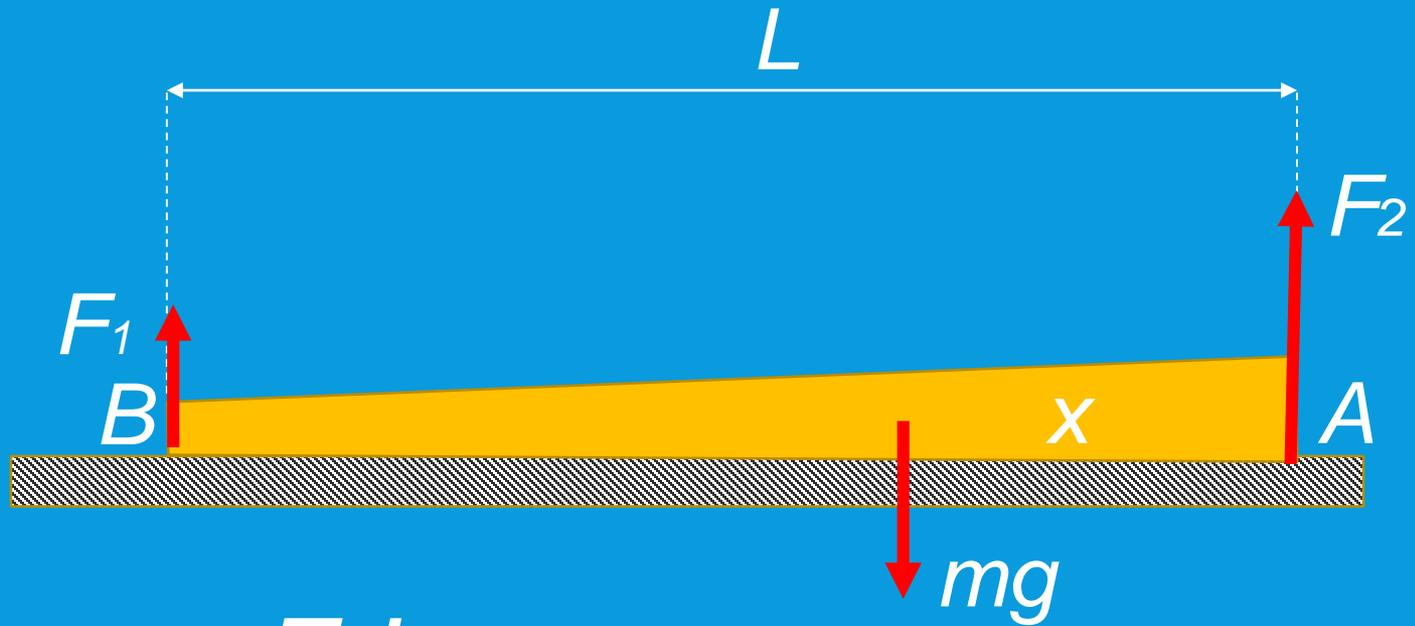
$$T \approx \rho_x \cdot g \cdot \Delta h \cdot S \approx 1000 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot 10 \frac{\text{Н}}{\text{кг}} \cdot 0,05 \text{ м} \cdot 100 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \approx 5 \text{ Н}$$

Ответ: $T \approx 5 \text{ Н}$.

ЗАДАЧА №29

ПРИМЕР - 2

Бревно лежит на земле. Торцы бревна имеют разный диаметр. Чтобы приподнять один конец бревна, требуется приложить к этому концу минимальную силу, равную $F_1 = 273$ Н, а чтобы приподнять бревно за другой конец – $F_2 = 627$ Н. Найдите объём бревна V , если средняя плотность древесины $\rho = 450$ кг/м³. Сделайте рисунок, поясняющий решение, с указанием сил, действующих на бревно.



$$\left\{ \begin{array}{l} + mgx = F_1L \\ + mg(L - x) = F_2L \end{array} \right.$$

$$mg(L - x) + mgx = F_2L + F_1L$$

$$mgL - mgx + mgx = F_2L + F_1L$$

$$mgL = (F_2 + F_1)L$$

$$mg = F_2 + F_1 \quad m = \rho V$$

$$\rho V g = F_2 + F_1$$

$$V = \frac{F_1 + F_2}{\rho g} = \frac{273 + 627}{450 \cdot 10} = 0,2 \text{ м}^3.$$

- уравнение моментов сил для двух случаев
- формула связи массы тела и его

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>уравнение моментов сил для двух случаев, формула связи массы тела и его плотности</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок, поясняющий решение;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>IV) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p>	3
<p>V) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	

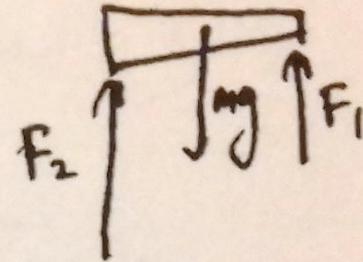
28) Dano:

$$F_1 = 273 \text{ H}$$

$$F_2 = 627 \text{ H}$$

$$\rho_g = 450 \text{ kg/m}^3$$

$V_g = ?$



$$mg = F_2 + F_1$$

$$m = \frac{F_2 + F_1}{g}$$

$$m = 90 \text{ kg}$$

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

$$V = \frac{90}{450} = 0,2 \text{ m}^3$$

Jawab: $V = 0,2 \text{ m}^3$

№ 28 Дано

$$F_1 = 273 \text{ Н}$$

$$F_2 = 627 \text{ Н}$$

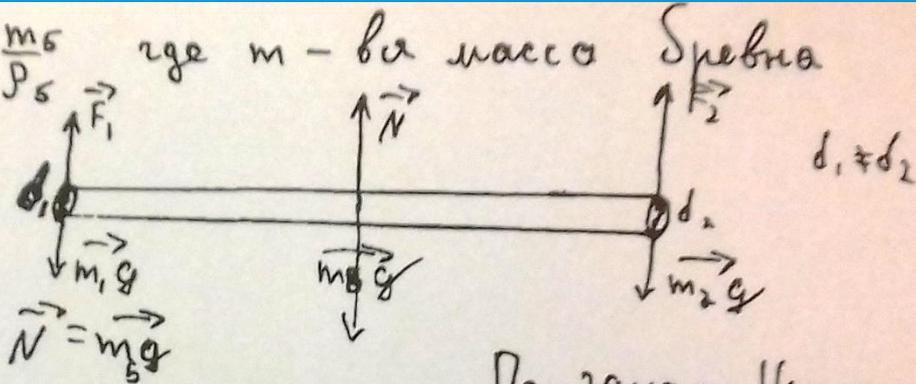
$$\rho_s = 950 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$V = ?$

$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m_s}{\rho_s}$ где m - ба масса Срезна

~~масса~~

$$m_s = (m_1 + m_2)$$



По закону Ньютона $\sum \vec{F} = \vec{m}g$

$$\vec{F}_1 + m_1 \vec{g} + \vec{N} + m_s \vec{g} + \vec{F}_2 - m_2 \vec{g} = m_s \vec{g}$$

$$m_s = \frac{F_1 + F_2}{g}$$

$$F_1 + F_2 - m_1 g - m_2 g + N = 0$$

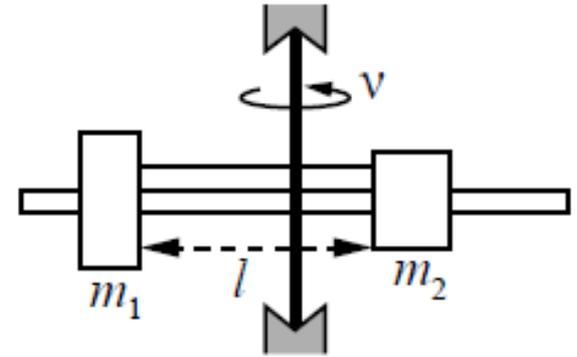
$$F_1 + F_2 + N = g(m_1 + m_2) \Rightarrow F_1 + F_2 = m_s g \quad \Rightarrow \quad m_s = \frac{273 + 627}{10} = 90 \text{ кг}$$

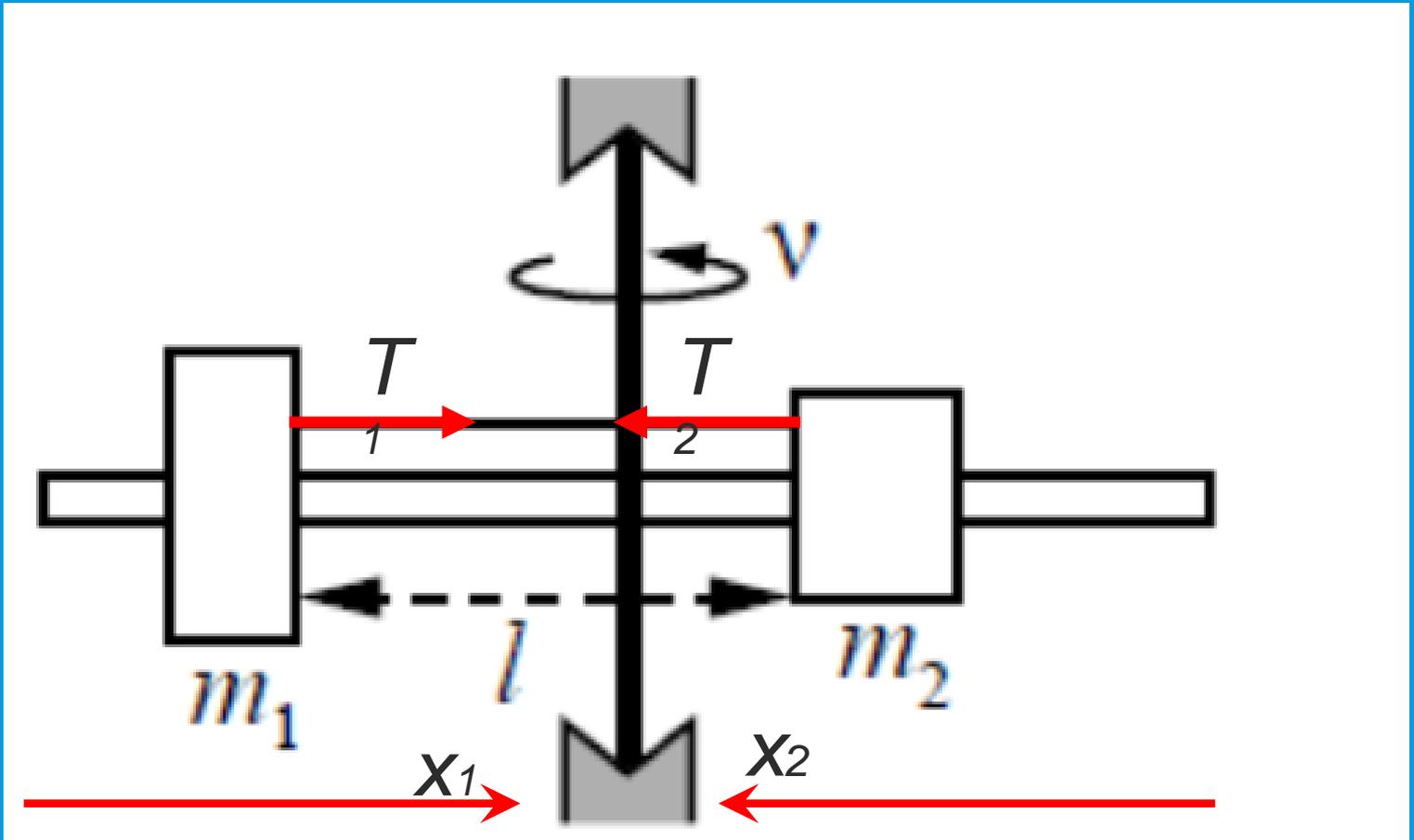
$$V = \frac{90}{950} = 0,2 \text{ (м}^3\text{)} \quad \text{Ответ: } V = 0,2 \text{ м}^3$$

ЗАДАЧА №29

ПРИМЕР - 3

На вертикальной оси укреплена гладкая горизонтальная штанга, по которой могут перемещаться два груза массами $m_1 = 200$ г и $m_2 = 300$ г, связанные нерастяжимой невесомой нитью длиной $l = 20$ см. Нить закрепили на оси так, что грузы располагаются по разные стороны от оси и натяжение нити с обеих сторон от оси при вращении штанги одинаково (см. рисунок). Определите модуль силы натяжения T нити, соединяющей грузы, при вращении штанги с частотой 600 об/мин.





$$m_1 a_1 = T_1$$

$$a_1 = w^2 R_1$$

$$m_2 a_2 = T_2$$

$$a_2 = w^2 R_2$$

$$m_1 w^2 R_1 = T_1$$

$$m_2 w^2 R_2 = T_2$$

$$T_1 = T_2 = T$$

$$R_1 + R_2 = l$$

$$m_1 w^2 R_1 = T$$

$$m_2 w^2 (l - R_1) = T$$

$$m_2 w^2 (l - R_1) = m_1 w^2 R_1$$

$$m_2 w^2 l - m_2 w^2 R_1 = m_1 w^2 R_1$$

$$m_2 w^2 l = m_2 w^2 R_1 + m_1 w^2 R_1$$

$$m_2 w^2 l = (m_2 + m_1) w^2 R_1$$

$$R_1 = \frac{w^2 l m_2}{(m_2 + m_1) w^2} = \frac{l m_2}{m_2 + m_1}$$

$$T = m_1 w^2 \frac{l m_2}{m_2 + m_1} \quad w = 2\pi\nu$$

$$T = T_1 = T_2 = \frac{m_1 m_2}{m_1 + m_2} (2\pi\nu)^2 l = \frac{0,2 \cdot 0,3}{0,5} \cdot \left(6,28 \cdot \frac{600}{60}\right)^2 \cdot 0,2 \approx 95 \text{ Н.}$$

- *2 закон Ньютона*
- *выражение для центростремительного ускорения*

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>второй закон Ньютона, выражение для центростремительного ускорения</i>)</u>;</p> <p>II) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных обозначений величин, используемых при написании физических законов);</p> <p>III) проведены необходимые математические преобразования и расчёты, приводящие к правильному числовому ответу (допускается решение «по частям» с промежуточными вычислениями);</p> <p>IV) представлен правильный ответ с указанием единиц измерения искомой величины</p>	3

Дано:
 $\nu = 10 \text{ Гц}$
 $m_1 = 0,2 \text{ кг}$
 $m_2 = 0,5 \text{ кг}$
 $l = 0,2 \text{ м}$
Найти:
 T

1) т.к. сила натяжения нити с обеих сторон равна,
то по второму закону Ньютона:

$$\left. \begin{array}{l} m_1 a_y = T \\ m_2 a_y = T \end{array} \right\} \Rightarrow m_1 a_y = m_2 a_y \Rightarrow m_1 \omega^2 (l - R_2) = m_2 \omega^2 (l - R_1) \Rightarrow$$
$$a_y = \omega^2 R$$

$$\Rightarrow m_1 l - R_2 m_1 = m_2 l - R_1 m_2 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \cancel{m_1 l} R_1 = \frac{0,2 + 2R_2}{3}$$

$$2) l - R_2 = R_1 \Rightarrow l - R_2 = \frac{0,2 + 2R_2}{3} \Rightarrow R_2 = \frac{0,4}{3} = 0,08 \text{ м}$$

3

3) Найдем силу натяжения нити по второму закону Ньютона:

$$m a_y = T$$

$$T = m_2 \omega^2 R_2$$

$$T = 0,5 \cdot 100 \cdot 4\pi^2 \cdot 0,08 \approx 94,75 \text{ Н}$$

Ответ: 94,75 Н

Nº 28

Дано:

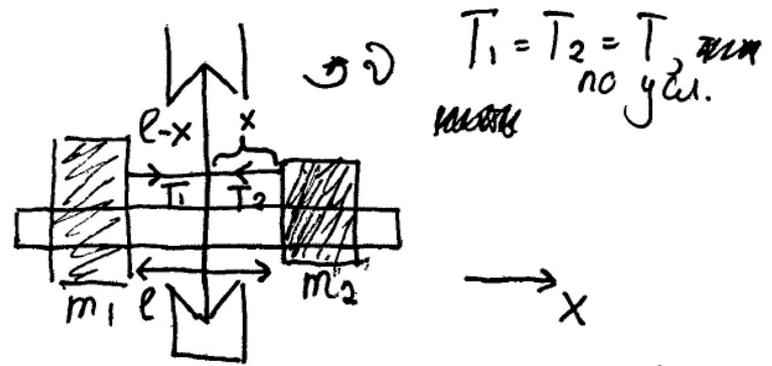
$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$\nu = 600 \text{ об/мин} = 10 \text{ об/с} = 10 \text{ Гц}$$

Найти: T - ?



2 з. И. для m_1 на ось x :

$$m_1 \frac{v^2}{l-x} = T ; m_1 \omega^2 (l-x) = T$$

2 з. И. для m_2 на ось x :

$$-m_2 \omega^2 x = -T$$

Используем систему

$$\begin{cases} m_1 \omega^2 (l-x) = T \\ x \cdot m_2 \omega^2 = T \end{cases}$$

$$m_1 \omega^2 (l-x) = m_2 \omega^2 x \quad | : \omega^2$$

$$m_1 l - m_1 x = m_2 x$$

$$m_1 l = (m_1 + m_2) x \Rightarrow x = \frac{m_1 l}{m_1 + m_2}$$

$$T = m_2 \omega^2 \cdot \frac{m_1 l}{m_1 + m_2} =$$

$$T = \frac{m_1 m_2 l \cdot 4 \cdot \pi^2 \cdot \nu^2}{m_1 + m_2} = \frac{0,2 \cdot 0,3 \cdot 0,2 \cdot 4 \cdot 9,8596 \cdot 100}{0,5} =$$

$$= 94,65 \text{ Н} \approx 94,7 \text{ Н}$$

Ответ: 94,7 Н

28

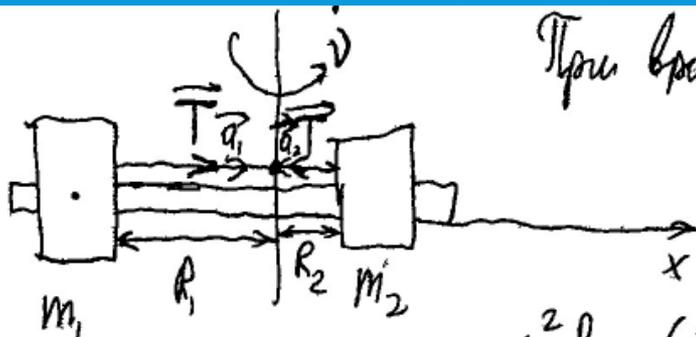
$$m_1 = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 0,3 \text{ кг}$$

$$l = 0,2 \text{ м}$$

$$\nu = 10 \text{ с}^{-1}$$

$|T|$ - ?



При вращении штатива на тела m_1 и m_2

действуют нормальные ускорения соответственно a_1 и a_2 .

$$a_1 = \omega^2 \cdot r_1 = (2\pi\nu)^2 r_1$$

r_1 и r_2 - расстояния от тел до оси вращения.

$$a_2 = \omega^2 r_2 = (2\pi\nu)^2 r_2$$

$$r_1 + r_2 = l$$

По II закону Ньютона для m_1 :
см. на обороте

$$m_1 \vec{a}_1 = \vec{T} + m_1 \vec{a}_1; \text{ для } m_2: m_2 \vec{a}_2 = \vec{T} + m_2 \vec{a}_2$$

$$\text{от } m_1, a_1 = T \quad \text{от } m_2, -m_2 a_2 = -T$$

$$m_2 a_2 = T$$

$$\Rightarrow m_1 a_1 = m_2 a_2$$

$$m_1 \cdot (2\pi\nu)^2 R_1 = m_2 (2\pi\nu)^2 R_2 / (2\pi\nu)^2$$

$$m_1 R_1 = m_2 R_2$$

$$\begin{cases} R_2 = \frac{m_1}{m_2} R_1 \\ R_1 + R_2 = l \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} R_2 = \frac{m_1}{m_2} R_1 \\ R_1 + \frac{m_1}{m_2} R_1 = l \end{cases}$$

$$R_1 \cdot \frac{m_2 + m_1}{m_2} = l$$

$$R_1 = \frac{m_2 l}{m_1 + m_2}$$

$$\Rightarrow T = m_1 (2\pi\nu)^2 \cdot R_1 = m_1 (2\pi\nu)^2 \cdot \frac{m_2 l}{m_1 + m_2} = \frac{0,2 \cdot (2\pi \cdot 10)^2 \cdot 0,3 \cdot 0,2}{0,2 + 0,3} \approx 94,7 \text{ H.}$$

Answer: 94,7 H.

28.

Дано:

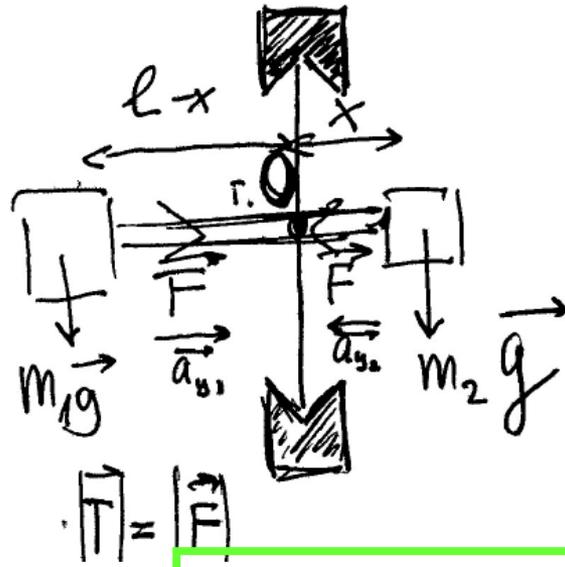
$$J = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 10 \frac{\text{об}}{\text{сек}}$$

$$m_1 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$m_2 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$T = F = ?$$



по II 3. Ньютона:

$$F = m_1 a_{y_1} = m_1 \frac{v_1^2}{(l-x)}$$

$$F = m_2 a_{y_2} = m_2 \frac{v_2^2}{x}$$

Запишем моменты сил относительно г. О

$$m_1 g (l-x) = m_2 g x$$

$$m_1 g l - m_1 g x = m_2 g x$$

$$m_1 g l = g x (m_2 + m_1)$$

$$x = \frac{m_1 l}{m_2 + m_1}$$

$$T = \frac{1}{5}$$

$$T = \frac{1}{J}$$

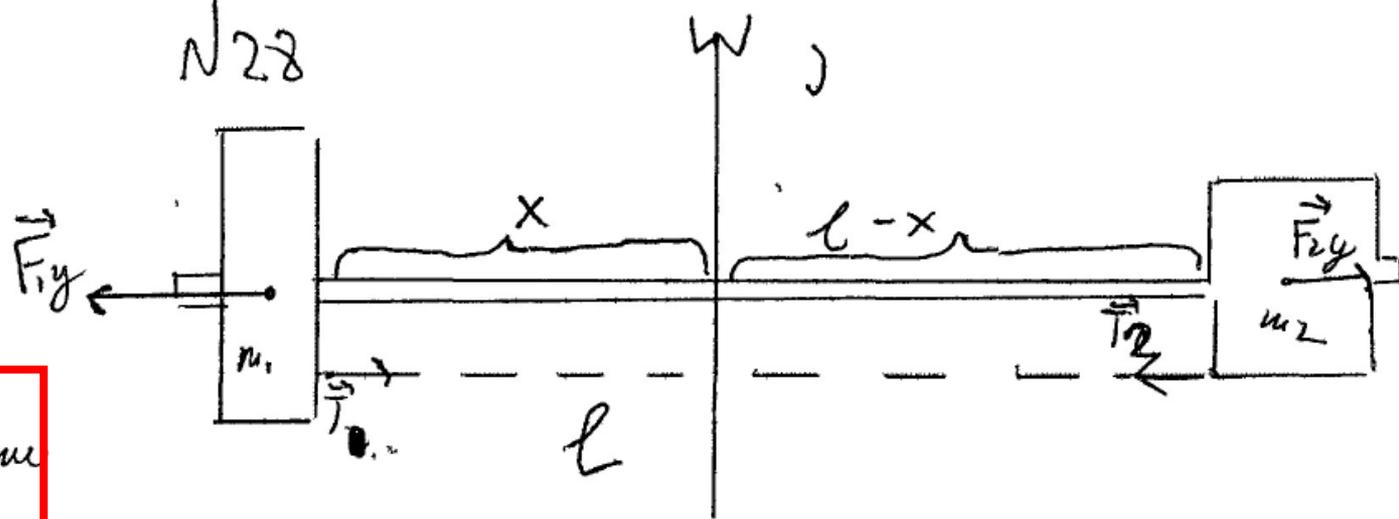
$$m_2 + m_1$$

$$v_2 = \omega x = \frac{2\pi}{T} \cdot x = 2\pi J x.$$

$$F = \frac{m_2 \cdot 4\pi^2 J^2 x^2}{x} = \frac{m_2 \cdot 4\pi^2 J^2 m_1 l}{(m_2 + m_1)}$$

$$T = \sqrt{\frac{0,3 \cdot 4 \cdot (3,14)^2 \cdot 10^2 \cdot 0,2 \cdot 0,2}{0,5}} \approx 94,7 \text{ H}$$

Omben: $T = 94,7 \text{ H}$



Действием сил инерции можно пренебречь м.к

она действует равномерно

$T = 600 \text{ об/мин} = \frac{600}{60} \frac{\text{об}}{\text{сек}} = 10 \text{ Гц}$ (верно отсюда в где об/мин)

для первого тела F_y - центр тяжести

$F_{1y} = m_1 \ddot{r}$ по теореме Копенгагена, м.к а

$F_{1y} = T_1$

$F_{1y} = \frac{m_1 v_1^2}{x}$ $\frac{m_1 v_1^2}{x} = T_1$, аналогично для второго тела

$\frac{m_2 v_2^2}{l-x} = T_2$

$T = \frac{2R}{w}$

$w = \frac{v}{r}$

$$T = \frac{2Rv}{v} \quad v = \frac{2Rv}{T}$$

$$v_1 = \frac{2Rv}{T}; \quad v_2 = \frac{2R(l-x)}{T} \quad \text{m.k. } T_1 = T_2 \text{ (смысл неясен)}$$

$$\frac{m_1 4\pi^2 x^2}{T^2} = \frac{m_2 4\pi^2 (l-x)^2}{T^2 (l-x)^2}, \text{ откуда}$$

$$m_1 x = m_2 (l-x)$$

$$x = \frac{m_2 l - m_2 x}{m_1}$$

$$x = \frac{0,3 \cdot 0,2 - 0,3x}{0,2 \text{ м}}$$

$$x = \frac{0,3 - 1,5x}{0,2} \text{ (м)}$$

$$|T| = \frac{m_1 4\pi^2 (m_2 l - m_2 x)}{T^2}$$

$$|T| = \frac{0,2 \text{ м} \cdot 4 \cdot (3,14)^2 \cdot 0,12 \text{ м}}{100 \text{ с}^2} = 0,00946 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } 0,00946 \text{ Н}$$

N 28. Дано:

$$m_1 = 200 \text{ г} = 0,2 \text{ кг}$$

$$m_2 = 300 \text{ г} = 0,3 \text{ кг}$$

$$l = 20 \text{ см} = 0,2 \text{ м}$$

$$v = 600 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 10 \frac{\text{об}}{\text{сек}}$$

$F = ?$

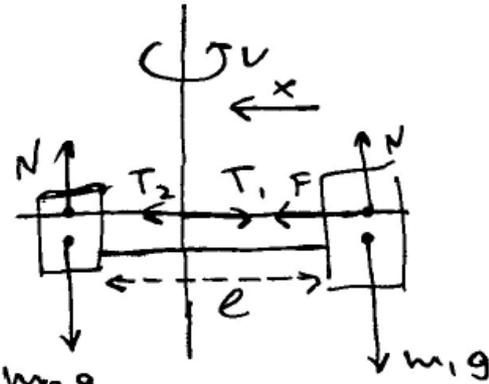
$$M_1 = F_1 l_1$$
$$M_2 = F_2 l_2$$

$$F_1 = m_1 g$$
$$F_2 = m_2 g$$

Решение:

Намотание
нити с обеих
сторон одинаково
си-но силу.

$M_1 = M_2$, которые
~~держат систему~~
В где M_1 и M_2 - моменты



Зависит моментов: $M_1 = M_2$
 $F_1 l_1 = F_2 l_2$
 $m_1 g l_1 = m_2 g l_2$

Пусть $l_1 = x$, где l_1 - расстояние
от 1-го груза до Оси, тогда

$l_2 = l - x$, где l_2 - расстояние от
2-го груза до Оси,

$$\Rightarrow (l-x)m_2 = x \cdot m_1$$

$$(20-x) \cdot 0,3 = 0,2x$$

$$6 - 0,3x = 0,2x$$

$$0,5x = 6$$

$$x = 12$$

Значит $12 \text{ см} = 0,12 \text{ м}$ - расстояние от 1-ого груза до оси,

а $0,20 - 0,12 = 0,08 \text{ м}$ - расстояние от 2-ого груза до оси

$$x: T = ma_m$$

$$a_y = \frac{m_2 \cdot v^2}{R}$$

$$T = \frac{m v^2}{R}$$

где

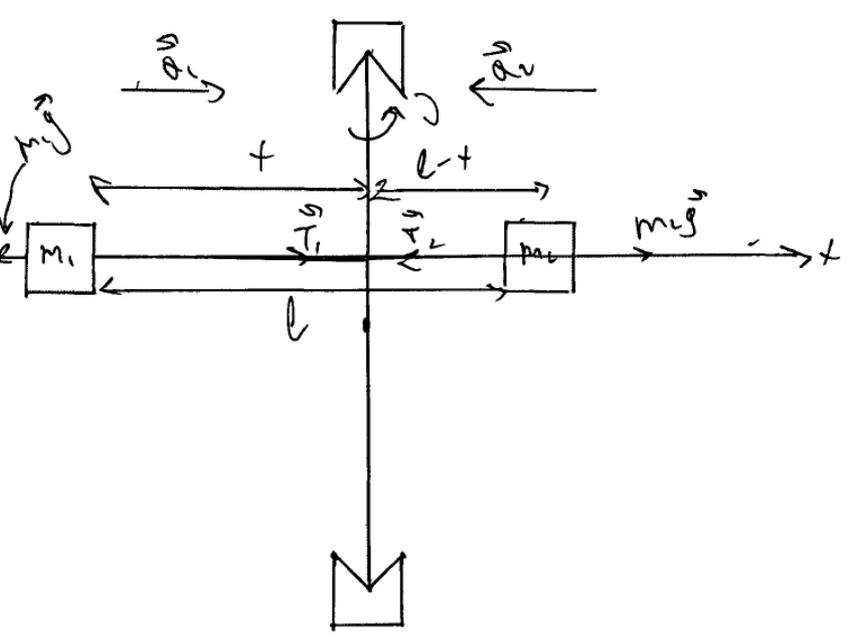
$R = l$, если от 1-ого груза
и l_2 если от 2-ого груза

$$T = \frac{0,2 \cdot 100}{8} = 2,5 \text{ Н}$$

Ответ: $T = 2,5 \text{ Н}$

Дано:	сш
$m_1 = 200 \text{ г}$	$0,2 \text{ кг}$
$m_2 = 300 \text{ г}$	$0,3 \text{ кг}$
$l = 20 \text{ см}$	$0,2 \text{ м}$
$\tau_1 = \tau_2 = T$	
$\omega = 600 \text{ об/мин.}$	10 об/сек
$ \tau \geq !$	

Решение:



По II з. Ньютона

$$\vec{T}_1 + m_1 \vec{g} = m_1 \vec{a}_1$$

$$\vec{T}_2 + m_2 \vec{g} = m_2 \vec{a}_2$$

$$\begin{cases} T_1 - m_1 g = m_1 a_1 \\ -T_1 + m_1 g = -m_1 a_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} T_1 - m_1 g = m_1 a_1 \\ T_2 - m_2 g = m_2 a_2 \end{cases} ; \text{III. к. } T_1 = T_2 = T \Rightarrow$$

$$\begin{cases} T - m_1 g = m_1 a_1 \\ T - m_2 g = m_2 a_2 \end{cases} \Rightarrow T - m_1 g + T - m_2 g = m_1 a_1 + m_2 a_2$$

$$2T - g(m_1 + m_2) = m_1 a_1 + m_2 a_2$$

$$2T = g(m_1 + m_2) + m_1 a_1 + m_2 a_2 = m_1 (g + a_1) + m_2 (g + a_2)$$

$$T = \frac{m_1 (g + a_1) + m_2 (g + a_2)}{2}$$

$$a_1 = \omega^2 x$$

$$a_2 = \omega^2 (l - x)$$

сш. на обороте

$$w = 2\pi\nu \Rightarrow \begin{cases} a_{1,2} = 4\pi^2\nu^2 x \\ a_{1,2} = 4\pi^2\nu^2 (l-x) \end{cases}$$

$$\begin{cases} T - m_1 g = m_1 4\pi^2\nu^2 x \\ T - m_2 g = 4\pi^2\nu^2 l m_2 - 4\pi^2\nu^2 l x m_2 \end{cases} \Rightarrow T - m_1 g - T + 2m_1 g = 4\pi^2\nu^2 x m_1 - 4\pi^2\nu^2 l m_2 + 4\pi^2\nu^2 l x m_2$$

$$4\pi^2\nu^2 x (m_1 + m_2) - 4\pi^2\nu^2 l m_2 = g(m_2 - m_1)$$

$$4\pi^2\nu^2 x (m_1 + m_2) = g(m_2 - m_1) + 4\pi^2\nu^2 l m_2$$

$$x = \frac{g(m_2 - m_1)}{4\pi^2\nu^2 (m_1 + m_2)} + \frac{l m_2}{m_1 + m_2}$$

$$x = \frac{10(0,3 - 0,2)}{4 \cdot (3,14)^2 \cdot 100(0,3 + 0,2)} + \frac{0,2 \cdot 0,3}{0,3 + 0,2} = \frac{1}{1971,92} + 0,2 =$$

$$= 5,07 \cdot 10^{-4} + 0,2 \approx 0,2 \text{ (m)}$$

$$T = \frac{m_1 (g + 4\pi^2\nu^2 x) + m_2 (g + 4\pi^2\nu^2 (l-x))}{2}$$

$$T = \frac{0,2(10 + 4 \cdot 3,14^2 \cdot 100 \cdot 0,2) + 0,3(10 + 4 \cdot 3,14^2 \cdot 100 \cdot 0,2)}{2}$$

$$= \frac{946,5216 + 1180,152}{2} = 116,8152 \text{ (N)}$$

$$|T| \approx 116,82 \text{ (N)}$$

$$\text{Ombeni: } |T| = 116,82 \text{ N}$$

$$m_1 = 200 \text{ г}$$

$$m_2 = 300 \text{ г}$$

$$L = 20 \text{ см.}$$

$$V = 600 \text{ об/мин.}$$

$$\vec{T} = ?$$

$$1) 600 \text{ об/мин} = 10 \text{ Тг}$$

$$\frac{1}{v} = T = 0,1 \text{ с.}$$

$$r = \frac{1}{2}L = 10 \text{ см.} = 0,1 \text{ м.}$$

$$2) f = m a_y \quad | \quad v = ? \quad T = \frac{2\pi R}{v} \quad v = \frac{2\pi R}{T}$$

$$a_y = \frac{v^2}{R}$$

$$a_y = \left(\frac{2\pi R}{T}\right)^2 : R \quad a_y = \frac{4\pi^2 R^2}{T^2 R} = \frac{4\pi^2 R}{T^2} = \frac{4 \cdot (3,14)^2 \cdot 0,1}{0,1 \cdot 0,1} =$$

$$\frac{4 \cdot 9,9}{0,1} = 396 \text{ м/с}^2.$$

$$F_1 = m_1 a_y = 0,2 \cdot 396 = 79,2 \text{ Н}$$

$$F_2 = m_2 a_y = 0,3 \cdot 396 = 118,8 \text{ Н}$$

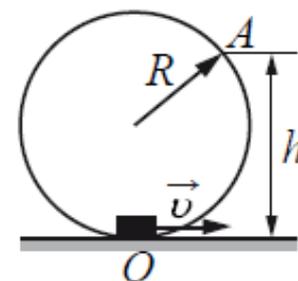
$$3) T = F_1 + F_2 = 79,2 + 118,8 = 198 \text{ Н}$$

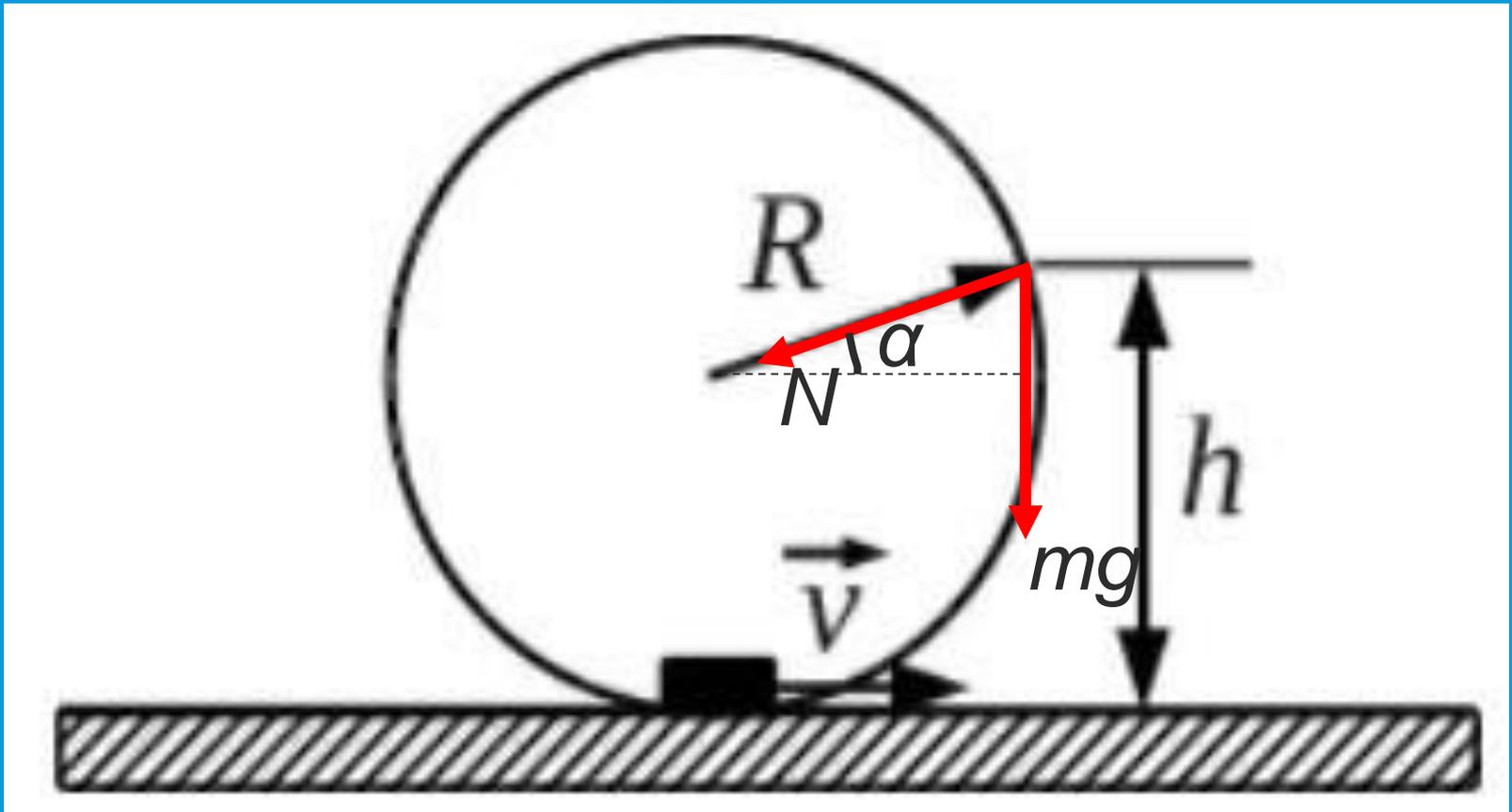
Отв: 198 Н.

ЗАДАЧА №29

ПРИМЕР - 4

28 Небольшая шайба массой $m=10$ г, начав движение из нижней точки закреплённого вертикального гладкого кольца радиусом $R=0,14$ м, скользит по его внутренней поверхности. На высоте $h=0,18$ м она отрывается от кольца и свободно падает. Какую кинетическую энергию имела шайба в начале движения? Сделайте рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в точке A .





$$E_k = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

$$ma_{\text{ц}} = mg \sin \alpha$$

$$a_{\text{ц}} = \frac{v^2}{R} \quad \sin \alpha = \frac{h - R}{R}$$

$$m \frac{v^2}{R} = mg \frac{h - R}{R}$$

$$v^2 = g(h - R)$$

$$E_k = \frac{mg(h - R)}{2} + mgh = \frac{mg(h - R) + 2mgh}{2}$$

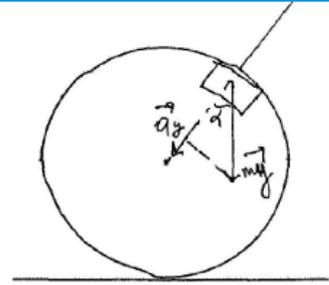
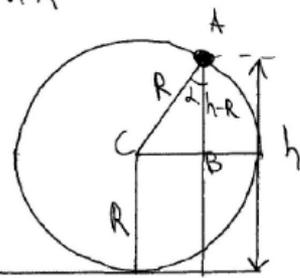
$$E_k = \frac{mg(h - R + 2h)}{2} = \frac{mg(3h - R)}{2}$$

$$E_{\text{кин}} = \frac{10^{-2} \cdot 10 \cdot (3 \cdot 0,18 - 0,14)}{2} = 0,02 \text{ Дж.}$$

- *закон сохранения энергии*
- *2 закон Ньютона*
- *выражение для
центробежного ускорения*
- *условие отрыва шайбы*

Критерии оценивания выполнения задания	Баллы
<p>Приведено полное решение, включающее следующие элементы:</p> <p>I) записаны положения теории и физические законы, закономерности, <u>применение которых необходимо</u> для решения задачи выбранным способом (в данном случае: <i>закон сохранения энергии, выражение для центростремительного ускорения точки, второй закон Ньютона, условие отрыва шайбы</i>);</p> <p>II) сделан правильный рисунок с указанием сил, действующих на шайбу в точке <i>A</i>;</p> <p>III) описаны все вновь вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (<i>за исключением обозначений констант, указанных в варианте КИМ, обозначений, используемых в условии задачи, и стандартных</i></p>	3

28.
 $m = 0,01 \text{ кг}$
 $R = 0,14 \text{ м}$
 $h = 0,16 \text{ м}$
 $F_{\text{ко}} = ?$



Так как тело находится то $N = 0$ где N - реакция опоры

тогда по 2 закону Ньютона $\begin{cases} \vec{F}_p = \vec{m}\vec{a} \\ \vec{F}_p = \vec{m}\vec{g} \end{cases} \Rightarrow \vec{m}\vec{a} = \vec{m}\vec{g}$

где $a = a_y \Rightarrow \vec{m}a_y = m\vec{g}$

На рисунке 2 возьмем ось Ox тогда $Ox: m a_y = m g \cdot \cos \alpha$

На рисунке 1 рассмотрим тело как матер. точку A
 и $\triangle ACB$ $AC = R$ $AB = h - R$ тогда $\cos \alpha = \frac{h - R}{R}$

$\Rightarrow a_y = \frac{v^2}{R}$ тогда $\cancel{m} \frac{v^2}{R} = \cancel{m} g \cdot \frac{h - R}{R}$
 $v^2 = gh - gR$

Оценка 2 балла

$E_{к0}$ - начальная кин. энергия.

$$E_{к0} = \frac{m v_0^2}{2} = \frac{m g h}{2}$$

По закону С. Энергии $E_{к0} = E_n + E_k$

где E_n и E_k - энергии в момент отрыва.

$$E_n = m g h \quad E_k = \frac{m v^2}{2} = \frac{m g h - m g R}{2}$$

$$E_{к0} = \frac{2 m g h}{2} + \frac{m g h - m g R}{2} = \frac{m g (3 h - R)}{2}$$

$$E_{к0} = \frac{0,01 \text{ кг} \cdot 10 \frac{\text{м}}{\text{с}^2} (3 \cdot 0,18 \text{ м} - 0,14 \text{ м})}{2} = 0,02 \text{ Дж} = 20 \text{ мДж}$$

Ответ: 20 мДж

Оценка 3 балла

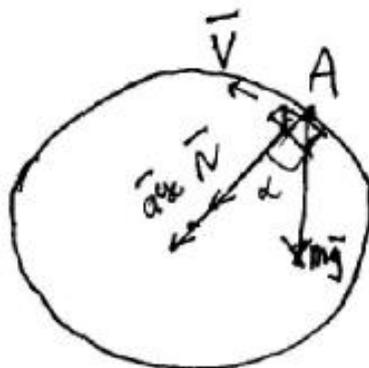
28. Дано:

$$m = 0,01 \text{ кг}$$

$$R = 0,14 \text{ м}$$

$$h = 0,18 \text{ м}$$

$$E_k - ?$$



Пл.р. в точке А шарик отрывается от кюльса, то сила реакции опоры χ равна нулю ($N=0$), тогда

$$m \cdot a_{\text{ос}} = mg \cos \alpha$$

$$a_{\text{ос}} = \frac{v^2}{R}, \text{ тогда } v^2 = \cancel{mg \cos \alpha} g R \cos \alpha$$

$$h = R + R \cos \alpha \rightarrow R \cos \alpha = h - R, \text{ тогда } v^2 = g(h - R), \text{ отсюда получим}$$

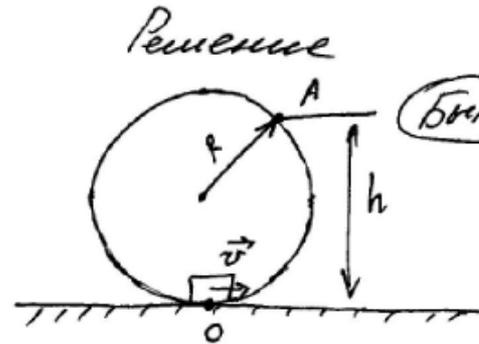
$$E = \frac{mv^2}{2} + mgh = \frac{mg(h-R)}{2} + mgh = \frac{mg(3h-R)}{2} = \frac{0,01 \cdot 10 \cdot (3 \cdot 0,18 - 0,14)}{2} =$$

$$= \frac{0,04}{2} = 0,02 \text{ Дж} = 20 \text{ м Дж.}$$

Ответ: $E = 20 \text{ м Дж.}$

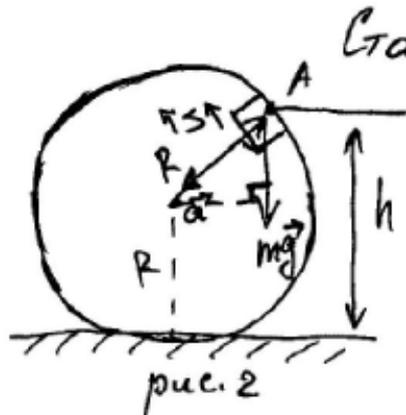
28.

Дано: $m = 10\text{г}$
 $R = 0,14\text{м}$
 $h = 0,18\text{м}$
 $g = 10\text{м/с}^2$
 ~~m~~
 $E_{к0} = ?$



Было

см. на обороте



Пусть v — скорость шайбы в т. А.
И — скорость шайбы в т. А.
Так как кольцо гладкое то по закону сохранения энергии

$$E_{к0} = E_{к1} + E_{п1}, \text{ где } E_{к1}; E_{п1} - \text{кинетическая}$$

и потенциальная энергия шайбы в т. А
тогда

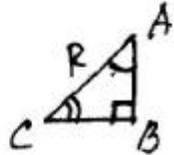
$$E_{к0} = \frac{mv^2}{2} + mgh$$

так как в точке А шайба начинает поворачивать, то по 2-му закону Ньютона

$$\vec{F}_{тяж} = m\vec{a} \quad (\vec{F}_{тяж} - \text{сила тяжести})$$

Сила реакции опоры в данном случае равна 0

Рассмотрим $\triangle ABC$, где $\vec{AB} = \vec{v}_{\text{исх}}$ $\vec{AC} = R$ (в прямоугольнике).



Тогда $\sin \angle ACB = \frac{AB}{AC}$, но $AB = h - R$. из рис 2,

а $AC = R \Rightarrow$

$$\sin \angle ACB = \frac{h-R}{R}$$

По 2-му закону Ньютона

$$\vec{F}_{\text{тяж}} = m\vec{a}$$

$$mg = \frac{mv^2}{R} \cdot \sin \angle ACB$$

$$mg = \frac{mv^2}{R} \cdot \frac{(h-R)}{R}$$

$$mg = \frac{mv^2(h-R)}{R^2}$$

$$mv^2 \stackrel{\Downarrow}{=} \frac{mgR^2}{h-R}$$

Подставляя в уравнение для кинетической энергии $E_{\text{ко}} = \frac{mv^2}{2} + mgh$ получаем

$$E_{\text{ко}} = \frac{mgR^2}{(h-R)^2} + mgh$$

Оценка 2 балла

28. Продолжение

$$E_{\text{ко}} = \frac{mgR^2}{(h-R) \cdot 2} + mgh$$

$$[E_{\text{ко}}] = \left[\frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}^2}{\text{с}^2 \cdot \text{м}} + \frac{\text{кг} \cdot \text{м} \cdot \text{м}}{\text{с}^2} \right] = [\text{м} \cdot \text{м}] = [\text{Дж}]$$

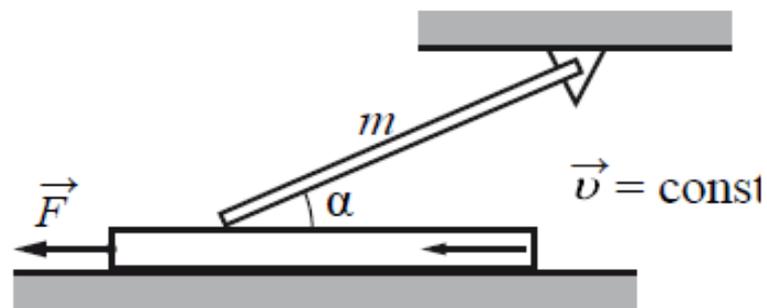
$$E_{\text{ко}} = \frac{0,01 \cdot 10 \cdot 0,14^2}{(0,18 - 0,14) \cdot 2} + 0,01 \cdot 10 \cdot 0,18 = 0,0245 + 0,018 = 0,0425 \text{ Дж} = 4,25 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}.$$

Ответ: $4,25 \cdot 10^{-2} \text{ Дж}$.

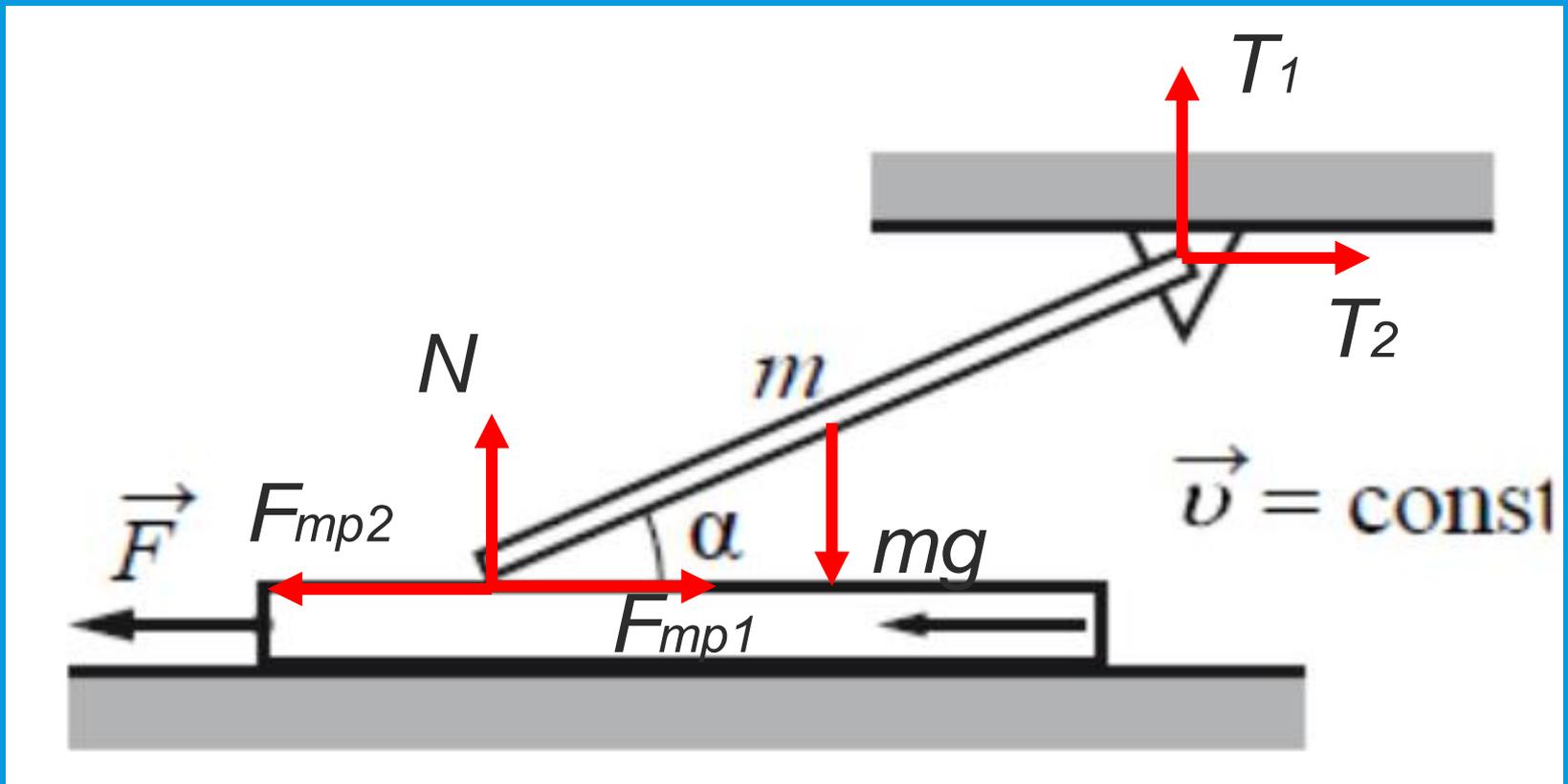
ЗАДАЧА №29

ПРИМЕР - 5

Однородный тонкий стержень массой $m = 1$ кг одним концом шарнирно прикреплен к потолку, а другим концом опирается на массивную горизонтальную доску, образуя с ней угол $\alpha = 30^\circ$. Под действием



горизонтальной силы \vec{F} доска движется поступательно влево с постоянной скоростью (см. рисунок). Стержень при этом неподвижен. Найдите F , если коэффициент трения стержня по доске $\mu = 0,2$. Трением доски по опоре и трением в шарнире пренебречь.



$$F_{\text{Tp1}} - F = 0$$

$$\overrightarrow{F_{\text{Tp1}}} = -\overrightarrow{F_{\text{Tp2}}}$$

$$F_{\text{Tp1}} = F_{\text{Tp2}} = F$$

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha - F_{\text{Tp2}} L \sin \alpha - NL \cos \alpha = 0$$

$$F_{\text{тр}2} = \mu N$$

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha - \mu N L \sin \alpha - N L \cos \alpha = 0$$

$$mg \frac{L}{2} \cos \alpha = N L (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) = 0$$

$$N = \frac{mg \frac{L}{2} \cos \alpha}{L(\mu \sin \alpha + \cos \alpha)} = \frac{mg \cos \alpha}{2(\mu \sin \alpha + \cos \alpha)}$$

$$N = \frac{mg}{2(\mu \operatorname{tg} \alpha + 1)}$$

$$F = \mu N = \frac{\mu mg}{2(\mu \operatorname{tg} \alpha + 1)}$$

$$F = \frac{0,2 \cdot 1 \cdot 10}{2 \left(1 + 0,2 \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} \right)} \approx 0,9 \text{ Н}$$

- *2 закон Ньютона*
- *3 закон Ньютона*
- *выражение для силы трения скольжения*
- *условие равновесия твердого тела*

29.

$$m = 1 \text{ кг.}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

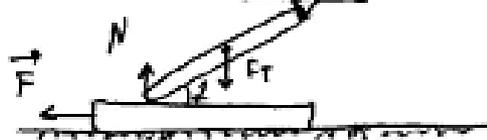
$$\vec{F} = ?$$

$$\mu = 0,2$$

Т.к. груз движется с постоянной скоростью

значит $\vec{F} = \vec{F}_{\text{тр}}$. $F_{\text{тр}} = \mu mg = \mu N$.

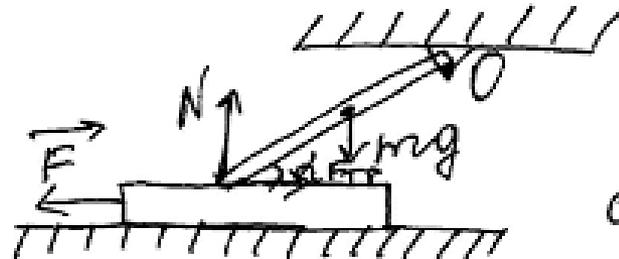
$$N = \sin 30^\circ$$



29.

Дано:
 $m = 1 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$

Найти: $F = ?$



Решение:
 по I з. П.
 $F_{TP} + F = 0$ (в ум.
 сказано $v = \text{const}$)
 $F_{TP} = F$

Имеем
 вращ. стн. точки O: $M_N = M_{mg}$ (спереди невед.)
 $\frac{mg \cdot l}{2} = N \cdot l \cdot \cos \alpha$
 т. е. $N = \frac{mg}{2 \cos \alpha}$, тогда

$$F = F_{TP} = \mu N = \frac{\mu mg}{2 \cos \alpha} = \frac{0,2 \cdot 10 \cdot 1}{2 \cdot \cos 30^\circ} = 1 \text{ Н}$$

Ответ: 1 Н.

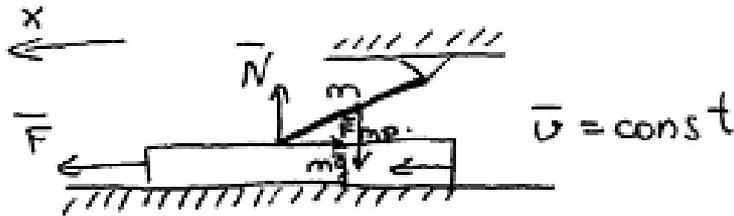
№ 29

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$$F = ?$$



Т.к. доска движется равномерно с постоянной скоростью \bar{v} , то по первому закону Ньютона $\sum F = 0$, сумма всех сил, действующих на неё равна 0.

Между доской и стержнем возникает сила трения, которая препятствует движению доски и она направлена вправо противоположно силе \bar{F} .

И тогда $\sum F_x = 0$ по первому закону Ньютона

$$\bar{F} + \bar{F}_{\text{тр}} = 0, \text{ где } F_{\text{тр}} - \text{ сила трения.}$$

Запишем это уравнение в проекциях на ось x .

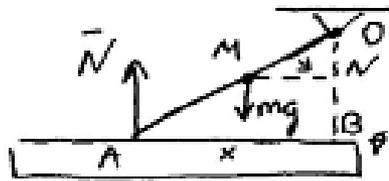
(ось x направлена влево см. рис.)

$$F - F_{\text{тр}} = 0$$

$$F = F_{\text{тр}}$$

$$F_{\text{тр}} = \mu N - \text{ где } N - \text{ сила нормальной реакции опоры.}$$

Рассмотрим стержень. Сила тяжести mg приложена к центру масс и направлена вертикально вниз. Сила \vec{N} приложена к месту соприкосновения стержня и доски и направлена вертикально вверх.



Т.к. стержень неподвижен, то сумма всех моментов сил, действующих на него равна 0. Рассмотрим моменты сил относительно точки O (см. рис.) Тогда

$$N \cdot x = mg \cdot y$$

y - средняя линия $\triangle AOB$, тогда $y = \frac{x}{2}$
 ($AB = x$; $MN = y$ см рис.)

$$N \cdot x = mg \cdot \frac{x}{2}$$

$$N = \frac{mg}{2}$$

И тогда $F = F_{\text{тр}} = \mu N = \mu \frac{mg}{2} = 0,2 \cdot \frac{1 \text{ кг} \cdot 10^4 \text{ м/с}^2}{2} = 1 \text{ Н}$

Ответ: 1 Н.

2.9 Dato:

$$m = 1 \text{ kg}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$F = ?$

Penyelesaian:

$$F_{TP} = \mu mg \sin \alpha = 0,2 \cdot 1 \cdot 10 \cdot \frac{1}{2} = 1 \text{ H (tegangan FTP gesekan statis)}$$

$$F = ma$$

$$a = g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha)$$

$$F = m \cdot g (\sin \alpha - \mu \cos \alpha) = 1 \cdot 10 (\sin 30^\circ -$$

$$0,2 \cdot \cos 30^\circ) = 10 \cdot (0,5 - \frac{2}{10} \cdot \frac{\sqrt{3}}{2}) = 10 \cdot (0,5 - 0,03) \approx 4,7 \text{ H}$$

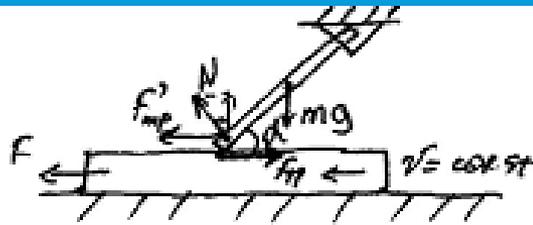
Jawab: $F \approx 4,7 \text{ H}$

29.

Дано:
 $m = 1 \text{ кг}$
 $\alpha = 30^\circ$
 $\mu = 0,2$
 $v = \text{const}$

Найти:

$F = ?$



Условие: $2.2.21, + R$

l - длина отрезка.
 F_{mp} - сила трения между
 доской и отрезком.

F'_{mp} - сила трения отрезка о
 доску

$$|F_{mp}| = |F'_{mp}|$$

1) $F = -F_{mp}$ т.к. брусок движется равномерно ($a = 0$)

$$F = F'_{mp}$$

2) Рассмотрим отрезок как рычаг \Rightarrow

$$N \cdot \cos 30^\circ \cdot \frac{l}{2} = \frac{mg \cdot l}{2}$$

$$N = \frac{mg}{2 \cdot \cos 30^\circ}$$

$$3) \begin{cases} F_{mp} = \mu N \\ F'_{mp} = F \end{cases} \Rightarrow F = \frac{\mu mg}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{2^1}{2 \cdot \cos 30^\circ} = \frac{1}{\cos 30^\circ} = \frac{2}{\sqrt{3}} \approx 1,18 \text{ Н}$$

Ответ: 1,18 Н

29. Дано:

$$m = 1 \text{ кг}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

$$\mu = 0,2$$

$$g = 10 \text{ м/с}^2$$

$$F = ?$$

Решение:

Расположим наблюдателя на рельсу \Rightarrow с его точки зрения будет двигаться стержень.



$$\begin{cases} F = -N \sin \alpha - N \mu \\ 0 = N \cos \alpha - mg \end{cases}; N = \frac{mg}{\cos \alpha}$$

$$F = \frac{mg}{\cos \alpha} (\sin \alpha + \mu)$$

$$F = \frac{1 \cdot 10}{\frac{\sqrt{3}}{2}} \left(\frac{5}{10} + \frac{2}{10} \right) = \frac{10 \cdot 2 \cdot 7}{\sqrt{3} \cdot 10} = \frac{14}{\sqrt{3}} \approx 8,1 \text{ Н}$$

$$\text{Ответ: } F = 8,1 \text{ Н}$$

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

Исакова Наталья Петровна,
e-mail: vasvas25@mail.ru