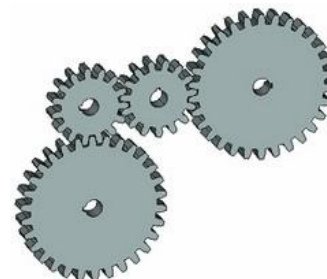


**РЕШЕНИЯ ЗАДАНИЙ МУНИЦИПАЛЬНОГО ЭТАПА ВСЕРОССИЙСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ШКОЛЬНИКОВ ПО ФИЗИКЕ
2017-2018 учебный год
10 класс
Максимальный балл - 50**

Задача № 1

Система из четырех шестеренок, закрепленных на неподвижных прозрачных осях, изображена на рисунке. Самую нижнюю шестеренку начинают вращать по часовой стрелке так, что ее зубец движется с постоянным по модулю тангенциальным ускорением равным 1 см/с^2 . Радиус самой нижней шестеренки равен 3 см.



Определите модули угловых и тангенциальных ускорений зубьев трех остальных шестеренок.

В решение обоснуйте выбранный вами метод определения радиусов шестеренок и другие необходимые вам утверждения.

Помните, что задача теоретическая, поэтому использовать любые измерительные приборы при ее решении запрещено.

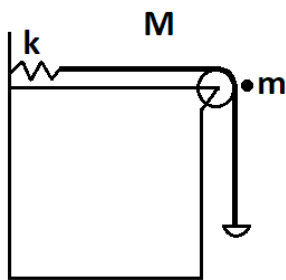
Возможное решение

- 1) Найдем угловое ускорение самой нижней шестеренки по формуле. $\beta = \frac{a}{r} = 0,33 \frac{\text{рад}}{\text{с}^2}$.
- 2) Так как шестеренки зацеплены друг за друга, то скоростью зубьев любых двух шестеренок в месте их контакта одинаковы. Значит, модули скоростей зубьев всех шестеренок изменяются одинаково, значит и тангенциальное ускорение у всех зубьев всех шестеренок тоже одинаковое.
- 3) Для определения угловых ускорений шестеренок нужно узнать их радиусы. Сделать это можно из следующих соображений: зубья будут хорошо зацепляться друг с другом только, если их размеры одинаковы, поэтому длина окружности, а значит и радиусы шестеренок пропорциональны числу зубьев.
- 4) У самой нижней шестеренки 30 зубьев, у самой правой тоже, а у маленьких по 15 зубьев. Значит радиус маленькой шестеренки в 2 раза меньше, соответственно угловое ускорение в 2 раза больше.

Критерии оценивания

1	Формула связи тангенциального и углового ускорений	1 балл
2	Значение углового ускорения нижней шестеренки	1 балл
3	Идея что тангенциальные ускорения всех зубьев всех шестеренок равны	1 балл
4	Правильное обоснование идеи п. 3	2 балла
5	Правильное отношение радиусов шестеренок (правильным считается только ответ 1:2 или его эквивалент, другие близкие значения не засчитываются)	1 балл
6	Правильные численные значения угловых ускорений трех оставшихся шестеренок (только если отношение радиусов равно 2)	1 балл
7	Грамотное обоснование отношения радиусов шестеренок (даже при условии неверного численного значения)	3 балла
Всего за задачу		10 баллов

Задача № 2

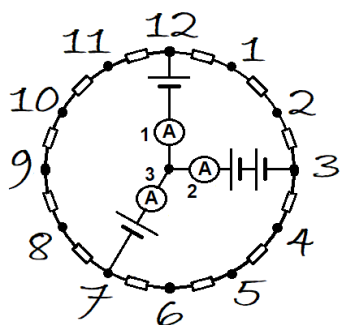


Канат массой $M = 1$ кг и длиной $L = 2$ м перекинут через небольшой блок. Одна половина каната горизонтальна и ее конец прикреплен к пружине с коэффициентом упругости $k = 50$ Н/м, как показано на рисунке. Вторая половина каната вертикальна и на ее конце находится легкая корзина. В корзину с высоты $l = 1$ м падает груз массы $m = 0,5$ кг. Какое расстояние h пройдет груз m до остановки в нижней точке? На сколько опустится корзина после прекращения движения? Считайте, что канат не провисает.

Возможное решение и критерии оценивания

1	В начальном состоянии растяжение пружины определяется свисающей частью каната: $kx_0 = Mg/2$, $x_0 = 10/2/50 = 0,1$ м	1 балл
2	Возьмем уровень блока за точку отсчета потенциальной энергии, тогда начальная энергия системы равна $kx_0^2/2 - (M/2)g(L/2) = 50 \cdot 0,1^2/2 - 5 = -4,75$ Дж	2 балла
3	В нижней точке система остановится, поэтому ее энергия станет равна $kx^2/2 - M(h/L)g(h/2) - mgh$, где h – длина вертикальной части каната.	2 балла
4	Новое удлинение пружины x найдем из условия сохранения расстояния от точки крепления пружины до блока: $x + L - h = x_0 + L/2$, или $x = x_0 + h - L/2 = h - 0,9$ м	1 балл
5	Из закона сохранения энергии и пунктов 2,3 находим: $-4,75 = k(h - 0,9)^2/2 - Mgh^2/(2L) - mgh$.	1 балл
6	Решаем: $25h^2 - 50 \cdot 0,9h + 25 \cdot 0,9^2 - 2,5h^2 - 5h = -4,75$ $22,5 h^2 - 50 h + 25 = 0$ $0,9h^2 - 2h + 1 = 0$ $(h-1)^2 - 0,1h^2 = (h(1-(0,1)^{0,5})-1) (h(1+(0,1)^{0,5})-1)$ $h = 1/(1+(0,1)^{0,5}) = 0,76$ – не подходит (меньше высоты падения) Ответ: $h = 1/(1-(0,1)^{0,5}) = 1,46$ м	1 балл
7	Положение равновесия находится из равенства сил: $kx_1 = Mgh_1/L + mg$, где $x_1 + L - h_1 = x_0 + L/2$, или $x_1 = x_0 + h_1 - L/2$	1 балл
8	Решаем: $h_1(k - Mg/L) = mg + kL/2 - kx_0$, получаем $h_1 = (5+50-5)/(50-5) = 10/9$ м. Корзина опустится на $1/9 = 0,11$ м.	1 балл
Всего за задачу		10 баллов

Задача № 3



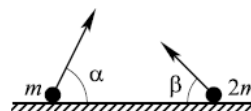
В схеме, приведенной на рисунке, каждый из 12 кусочков окружности имеет сопротивление R , все четыре источника имеют ЭДС равные ε и нулевые внутренние сопротивления. Найдите показания идеальных амперметров 1-3. Какой из них показывает наибольшее значение?

Возможное решение и критерии оценивания

1	Применим второе правило Кирхгофа для контура 12-7-центр. По дуге течет ток $I_{12-7} = 2 \varepsilon / (5R)$ в направлении от 12 к 7.	2 балл
2	Применим второе правило Кирхгофа для контура 12-3-центр. По дуге течет ток $I_{12-3} = 3 \varepsilon / (3R) = \varepsilon / R$ в направлении от 12 к 3.	2 балл
3	Применим второе правило Кирхгофа для контура 7-3-центр. По дуге течет ток $I_{7-3} = \varepsilon / (4R)$ в направлении от 7 к 3.	2 балл
4	Первое правило Кирхгофа для узла 3 дает: $I_{A2} = \varepsilon / (4R) + \varepsilon / R = 5\varepsilon / (4R)$, ток течет к центру.	1 балл
5	Первое правило Кирхгофа для узла 12 дает: $I_{A1} = 2\varepsilon / (5R) + \varepsilon / R = 7 \varepsilon / (5R)$, ток течет от центра.	1 балл
6	Первое правило Кирхгофа для узла 7 дает: $I_{A3} = 2\varepsilon / (5R) - \varepsilon / (4R) = 3 \varepsilon / (20R)$, ток течет к центру.	1 балл
7	Наибольшее показание у амперметра A_1	1 балл
Всего за задачу		10 баллов

Задача № 4

С горизонтальной поверхности земли бросили под углом $\alpha = 60^\circ$ к горизонту со скоростью $v_1 = 12$ м/с комок сырой глины. Одновременно комок вдвое большей массы бросили с поверхности земли под углом $\beta = 30^\circ$ к горизонту, причем начальные скорости комков оказались лежащими в одной вертикальной плоскости. В результате столкновения комки слиплись. Найти скорость, с которой слипшийся комок подлетел к земле.



Возможное решение и критерии оценивания

1	Модуль скорости комка при подлете к земле $v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2}.$	1 балл
2	Так как тела брошены одновременно и встретились, то $v_{1y} = v_{2y}$, или $v_1 \sin \alpha = v_2 \sin \beta$.	2 балла
3	значит при подлете к земле скорость слипшегося комка $v_y = -v_1 \sin \alpha$.	2 балла
4	Проекция скорости на горизонтальное направление находится из закона сохранения импульса: $3mv_x = 2mv_{2x} + mv_{1x}$ или $v_x = 2v_{2x}/3 - v_1 \cos \alpha / 3$.	2 балла
5	Кроме того $\operatorname{tg} \beta = v_{2y} / v_{2x}$, откуда $v_{2x} = v_{2y} / \operatorname{tg} \beta = v_1 \sin \alpha / \operatorname{tg} \beta$.	2 балла

6	Окончательно	$v = \sqrt{v_x^2 + v_y^2} = 14,4 \text{ м/с}$	1 балл
Всего за задачу			10 баллов

Задача № 5

В лаборатории потребовалось определить показатель преломления жидкости, но рефрактометр вышел из строя. Тогда экспериментатор Глюк для этого предложил использовать медицинский шприц, заполненный жидкостью. Для начала эксперимент решили провести на воде. Почувствуйте себя в роли экспериментаторов и как можно точнее определите показатель преломления воды.

Оборудование: стаканчик с водой, шприц, объемом 10 мл; транспортир, нить с отвесом.

Возможное решение

1. Наберем в шприц воды ровно наполовину, остальную половину заполним воздухом.
2. Расположим шприц горизонтально, таким образом, что деления будут сверху, получим цилиндрическую водяную линзу.
3. Если смотреть на деления шприцев снизу сквозь шприц, то под определенным углом они исчезают из вида, поверхность воды становится зеркальной. Таким образом, угол падения составит 90 градусов, измерим угол, под которым свет выходит из линзы.
4. Для этого отвес прикрепим к транспортиру так, чтобы при перемещении шприца можно было контролировать расположение транспортира, (см. рисунок, вид сбоку) одновременно имея возможность измерять угол, под которым мы смотрим на поверхность воды снизу.
5. Угол, под которым можно наблюдать данный эффект для воды в этом эксперименте должен быть 48 или 49 градусов. Применяя закон преломления света и работая со средним значением, можно получить показатель преломления в диапазоне от 1,35 до 1,33.
6. Оценка погрешности.



$\Delta n = \cos \alpha \cdot \Delta \alpha$, где α – среднее значение угла преломления, абсолютная погрешность снятия измерения угла α с транспортира в радианах.

Возможны и другие способы измерения погрешности в данном эксперименте.

Критерии оценивания

1	Получение цилиндрической водяной линзы	2 балла
2	Для проведения эксперимента шприц располагался горизонтально (1 балл) и был заполнен наполовину (1 балл)	2 балла
3	Среднее значение измеряемого угла лежит в диапазоне 48-49 градусов 43-55 градусов Менее 43 и более 55 градусов	2 балла 1 балл 0 баллов
4	При измерении угла использовался отвес для повышения точности измерения угла	1 балл
5	Проведено одно измерение	0 баллов
6	Проведено 2-4 измерения	1 балл

7	Проведено 5 и более измерений	2 балла
8	Оценка погрешности	1 балл
Всего за задачу		10 баллов