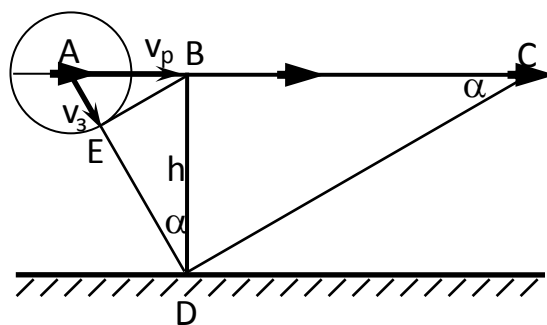


ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
«ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2020-2021 УЧ. ГОД
Решения к задачам заключительного тура
9-10 классы

Вариант 1

Задание 1.

<u>Дано:</u>	<u>СИ:</u>	<u>Решение:</u>
h=4,2км	4200 м	Звук – это сферическая волна. Из подобных треугольников для скоростей (v_3 – это скорость звука, v_p – это скорость реактивной сверхзвуковой летающей тарелки) и расстояний следует, что
t=12с		
$v_3=333$ м/с		$\cos \alpha = \frac{v_3 \cdot t}{h} \text{ и } \sin \alpha = \frac{v_3 \cdot t}{v_p \cdot t} = \frac{v_3}{v_p}; \text{ т.к.}$ $\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1, \text{ то}$ $v_p = \frac{v_3 \cdot h}{(h^2 - v_3^2 \cdot t^2)^{0,5}} = \frac{333 \cdot 4200}{(4200^2 - 333^2 \cdot 12^2)^{0,5}} = 1080 \text{ м/с} = 1 \text{ км/с.}$
<u>Найти:</u> v_p		<u>Ответ:</u> $v_p = 1$ км/с.



Задание 2.

Вертикальная скорость передней поверхности колеса равна скорости автомобиля v . За время $1/n$ поверхность опустится на расстояние v/n . Это расстояние должно быть кратно целому числу расстояний между бороздками колеса: $v/n = i \cdot 2\pi R/N$, где i - целое число.



Ответ: $v = i \frac{2\pi R n}{N}$, где i - целое число. Т.к. в задаче спрашивается с какой **минимальной** скоростью ехал автомобиль, то $i = 1$ и $v = 4$ км/ч.

Ответ: 4 км/ч.

Задание 3.

Составим уравнения для напряжений на вольтметрах в единицах ϵ/V :

$$-x + 1 = x/2 + x, \quad x = \frac{2}{5}$$

$$y + 1 + y + 2 + y + y - z = 0, \quad z = 4y + 3$$

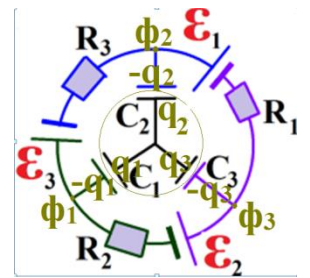
$$z + 1 + z + z - y = 0, \quad y = 3z + 1, \quad z = -\frac{7}{11}, \quad y = -\frac{10}{11}$$

Поэтому $V_3 = (2/5) \epsilon$, $V_5 = (10/11) \epsilon$, $V_8 = (3/11) \epsilon$, $V_{11} = (1/3) \epsilon$, т.е. $V_5 = (10/11) 11 = 10$ В

Ответ: $V_5 = 10$ В

Задание 4.

Заряд распределяется по внутренним обкладкам конденсаторов $q_1 + q_2 + q_3 = Q$. Потенциалы в точках соединения (смотри рисунок) определяются по формуле конденсатора (потенциал точки соединения всех трёх конденсаторов принимаем за ноль): $\phi_1 = -q_1/C_1$, $\phi_2 = -q_2/C_2$, $\phi_3 = -q_3/C_3$.



Исходя из этого, мы можем записать уравнения падения напряжения на каждом из участков: $\phi_1 - \phi_2 = -\epsilon_3 + I \cdot R_3$, $\phi_2 - \phi_3 = -\epsilon_1 + I \cdot R_1$, $\phi_3 - \phi_1 = -\epsilon_2 + I \cdot R_2$, где $I = (\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3)/(R_1 + R_2 + R_3)$. Подставляем числовые значения: $I = 2$ А.

$q_2/C_2 - q_1/C_1 = 5$ В ; $q_3/C_3 - q_2/C_2 = -2$ В . Решая эти уравнения совместно с уравнением для суммы зарядов $q_1 + q_2 + q_3 = 22$ мкКл, получим: $q_1 = 15$ мкКл, $q_2 = 4$ мкКл, $q_3 = 3$ мкКл

Ответ: $q_1 = 15$ мкКл.

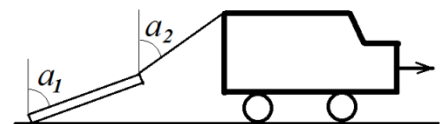
Задание 5.

Рассмотрим равновесие балки.

1. Требование нулевого суммарного момента сил относительно нижнего конца балки даёт:

$$\frac{1}{2} mgL \sin \alpha_1 = LT \sin (\alpha_1 - \alpha_2)$$

2. Баланс сил по вертикали: $mg = N + T \cos \alpha_2$.



Эти уравнения дают $N = mg (\sin \alpha_1 \cos \alpha_2 - 2 \sin \alpha_2 \cos \alpha_1) / 2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$ и

$T = mg \sin \alpha_1 / 2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$. Подставляя эти выражения в уравнения баланса сил по горизонтали $\mu N = T \sin \alpha_2$, получаем окончательно $\mu = (\operatorname{ctg} \alpha_2 - 2 \operatorname{ctg} \alpha_1)^{-1}$.
Подставив $\alpha_1 = 70$ градусов и $\alpha_2 = 20$ градусов, получим $\mu = 0,5$.

Ответ: $\mu = 0,5$.

Задание 6.

<u>Дано:</u>	<u>СИ:</u>	<u>Решение:</u>	
$m = 1 \text{ кг}$	-	Направим ось ОХ «вниз»	
$M = 5 \text{ кг}$	-	Пусть радиус блока равен R	
$g = 10 \text{ м/с}^2$	-	Пусть T – натяжение левой верхней нити	
Найти: α		<p>A - мгновенная ось вращения</p> <p>Для поступательного движения (для малых скоростей) применим 2-й закон Ньютона:</p> $\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$	

$$\begin{cases} \text{Для тела } m & \{ mg + T = 2a \cdot m \\ \text{Для тела } M & \{ Mg - 2T = a \cdot M \end{cases}$$

Из 1-го $T = 2ma - mg$ отставим T во 2-е уравнение

$$Mg - 2(2ma - mg) = a \cdot M$$

$$Mg - 4ma + 2mg = a \cdot M$$

$$Mg + 2mg = a \cdot M + 4am \Rightarrow g(M + 4ma) = a(M + 4m)$$

$$a = g \frac{M + 2m}{M + 4m}; a = 10 \frac{(5 + 2 \cdot 1)}{5 + 4 \cdot 1} = 10 \frac{7}{9} = \frac{70}{9} = 7,78 \approx 8 (\text{м/с}^2)$$

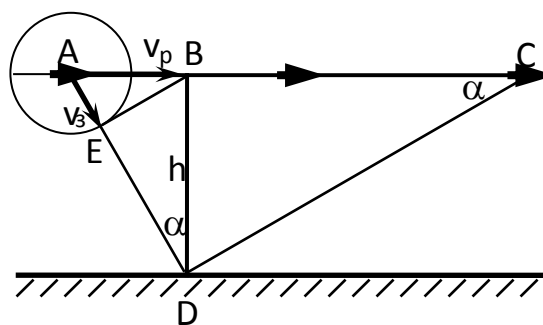
Ответ: $a \approx 8 (\text{м/с}^2)$

ФГАОУ ВО РУТ (МИИТ)
МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ОТРАСЛЕВАЯ ОЛИМПИАДА
«ПАРУСА НАДЕЖДЫ»
ПО ПРОФИЛЮ «ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ»
2020-2021 УЧ. ГОД
Решения к задачам заключительного тура
9-10 классы

Вариант 2

Задание 1.

<u>Дано:</u> :	<u>СИ:</u>	<u>Решение:</u>
$v_p=666 \text{ м/с}$		Звук – это сферическая волна. Из подобных треугольников для скоростей (v_3 – это скорость звука, v_p – это скорость реактивной сверхзвуковой летающей тарелки) и расстояний следует, что $\cos\alpha=(v_3 \cdot t)/h$ и $\sin\alpha=(v_3 \cdot t)/(v_p \cdot t)=v_3/v_p$; т.к. $\sin^2\alpha+\cos^2\alpha=1$, то $v_p=(v_3 \cdot h)/(h^2-v_3^2 \cdot t^2)^{0,5}$, поэтому $h= 8 \text{ км}$. Ответ: $h= 8 \text{ км}$.
$t=22 \text{ с}$		
$v_3=333 \text{ м/с}$		
<u>Найти:</u> h		



Задание 2.

Вертикальная скорость передней поверхности колеса равна скорости автомобиля v . За время $1/n$ поверхность опустится на расстояние v/n . Это расстояние должно быть кратно целому числу расстояний между бороздками колеса: $v/n = i 2\pi R/N$, где i - целое число. **Ответ:** $v = i 2\pi Rn/N$, где i - целое число. Т.к. в задаче спрашивается с какой **минимальной** скоростью ехал автомобиль, то $i = 1$ и $v = 5$ км/ч.



Ответ: 5 км/ч.

Задание 3.

Составим уравнения для напряжений на вольтметрах в единицах ϵ/V :

$$-x+1=x/2+x, x=2/5$$

$$y+1+y+2+y+y-z=0, z=4y+3$$

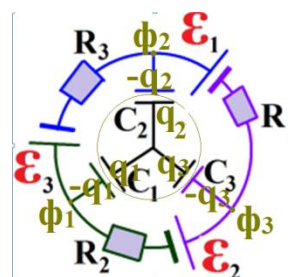
$$z+1+z+z-y=0, y=3z+1, z=-7/11, y=-10/11$$

Поэтому $V_3=(2/5) \epsilon$, $V_5=(10/11) \epsilon$, $V_8=(3/11) \epsilon$, $V_{11}=(1/3) \epsilon$, т.е. $V_8=(3/11) 11=3V$

Ответ: $V_8=3V$

Задание 4.

Заряд распределяется по внутренним обкладкам конденсаторов $q_1 + q_2 + q_3 = Q$. Потенциалы в точках соединения (смотри рисунок) определяются по формуле конденсатора (потенциал точки соединения всех трёх конденсаторов принимаем за ноль): $\phi_1 = -q_1/C_1$, $\phi_2 = -q_2/C_2$, $\phi_3 = -q_3/C_3$.



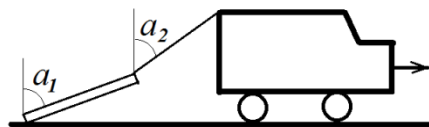
Исходя из этого, мы можем записать уравнения падения напряжения на каждом из участков: $\phi_1 - \phi_2 = -\epsilon_3 + I \cdot R_3$, $\phi_2 - \phi_3 = -\epsilon_1 + I \cdot R_1$, $\phi_3 - \phi_1 = -\epsilon_2 + I \cdot R_2$, где $I = (\epsilon_1 + \epsilon_2 + \epsilon_3)/(R_1 + R_2 + R_3)$. Подставляем числовые значения: $I = 2$ А. $q_2/C_2 - q_1/C_1 = 5$ В ; $q_3/C_3 - q_2/C_2 = -2$ В . Решая эти уравнения совместно с уравнением для суммы зарядов $q_1 + q_2 + q_3 = 22$ мкКл, получим: $q_1 = 15$ мкКл, $q_2 = 4$ мкКл, $q_3 = 3$ мкКл

Ответ: $q_2 = 4$ мкКл.

Задание 5.

Рассмотрим равновесие балки.

1. Требование нулевого суммарного момента сил относительно нижнего конца балки даёт:
 $\frac{1}{2} mgL \sin \alpha_1 = LT \sin (\alpha_1 - \alpha_2)$.



2. Баланс сил по вертикали: $mg = N + T \cos \alpha_2$.

Эти уравнения дают $N = mg (\sin \alpha_1 \cos \alpha_2 - 2 \sin \alpha_2 \cos \alpha_1) / 2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$ и $T = mg \sin \alpha_1 / 2 \sin(\alpha_1 - \alpha_2)$. Подставляя эти выражения в уравнения баланса сил по горизонтали $\mu N = T \sin \alpha_2$, получаем окончательно $\mu = (\operatorname{ctg} \alpha_2 - 2 \operatorname{ctg} \alpha_1)^{-1}$. Подставив $\alpha_1 = 70$ градусов и $\alpha_2 = 15$ градусов, получим $\mu = 0,3$.

Ответ: $\mu = 0,3$.

Задание 6.

Дано: $m = 1$ кг, $M = 5$ кг, $g = 10$ м/с²

Найти: T

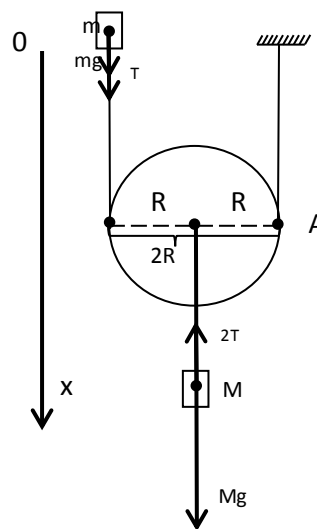
Перевод в СИ: -

Решение: Направим ось Ox «вниз»

Пусть радиус блока равен R

Пусть T – натяжение левой верхней нити

A - мгновенная ось вращения



Для поступательного движения (для малых скоростей) применим 2-й закон Ньютона:

$$\sum_{i=1}^n \vec{F}_i = m \cdot \vec{a}$$

$$\begin{cases} \text{Для тела } m & mg + T = 2a \cdot m \\ \text{Для тела } M & Mg - 2T = a \cdot M \end{cases}$$

Из 1-го $T = 2ma - mg$ оставим T во 2-е уравнение

$$Mg - 2(2ma - mg) = a \cdot M$$

$$Mg - 4ma + 2mg = a \cdot M$$

$$Mg + 2mg = a \cdot M + 4am \Rightarrow g(M + 4m) = a(M + 4m)$$

$$a = g \frac{M+2m}{M+4m} ; \quad T = 2ma - mg = 2mg \frac{M+2m}{M+4m} - mg = mg \left(\frac{2(M+2m)}{M+4m} - 1 \right) =$$

$$\frac{mg(2M+4m-M-4M)}{M+4m} = \frac{Mng}{M+4m} = \frac{5 \cdot 1 \cdot 10}{5+4 \cdot 1} = \frac{50}{9} = 5,55 \approx 6(\text{H})$$

Ответ: $T = 6\text{H}$