1	2	3	4	5	Σ
10	~~14~~ 20	16	17	10	73

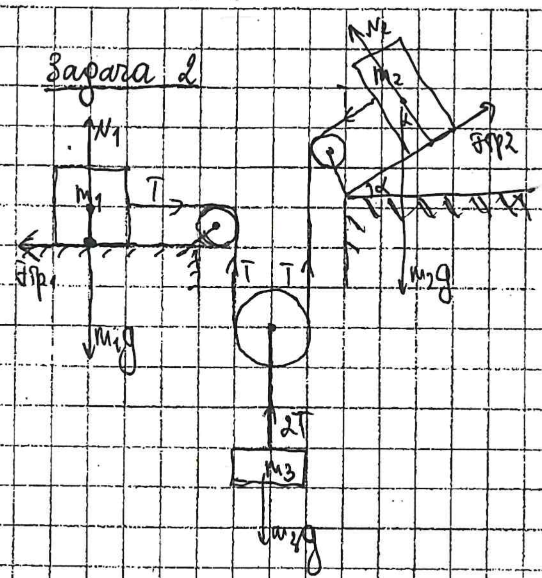
Шифр 09070

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов Томской области (ОРМО)

Общий балл	Дата	Ф.И.О. членов жюри	Подписи членов жюри
73	14.03	Абдрахманова	

24531

Задача 2



Т.к. нить идеальная, силы натяжения по всей её длине равны.

Т.к. блок невесомый, силы на него скомпенсированы.

2-й закон Ньютона для каждого груза (тогда грузы в равновесии):

1) $T - F_{тр_1} = 0$ 2) $F_{тр_2} - T - m_2 g \sin\alpha = 0$

$N_1 - m_1 g = 0$ $N_2 - m_2 g \cos\alpha = 0$

3) $2T - m_3 g = 0 \Rightarrow \boxed{T = \frac{m_3 g}{2}} \Rightarrow F_{тр_1} = \frac{m_3 g}{2}$

$F_{тр_2} = \frac{m_3 g}{2} + m_2 g \sin\alpha$ $F_{тр_1} \le \mu m_1 g$

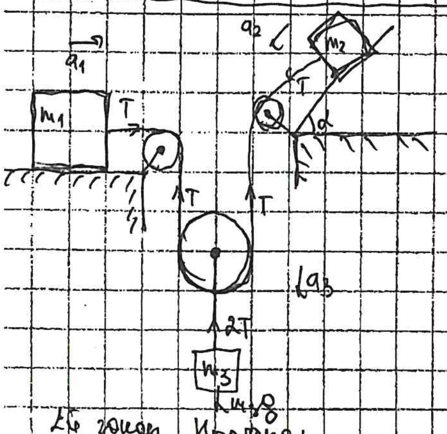
$F_{тр_2} \le \mu m_2 g \cos\alpha$ $\frac{m_3 g}{2} \le \mu m_1 g$

$\frac{m_3}{2} + m_2 \sin\alpha \le \mu m_2 \cos\alpha$ $\frac{m_3}{2} \le \mu m_1$

$\mu \ge \frac{m_3 + 2m_2 \sin\alpha}{2 m_2 \cos\alpha} = \frac{m_3}{2m_2\cos\alpha} + \operatorname{tg}\alpha$ $\mu \ge \frac{m_3}{2m_1}$

какая из величин больше, зависит от заданных параметров

$K_{1,4,5,4,5}$ 8б



2-й закон Ньютона:

$$\begin{cases} T = m_1 a_1 \\ m_3 g - 2T = m_3 a_3 \\ T + m_2 g \sin\alpha = m_2 a_2 \\ a_3 = \frac{a_1 + a_2}{2} \end{cases}$$

← кинематическая связь

6б

$K_{6,7,8,9,10}$

$$\begin{cases} m_3 g - 2m_1 a_1 = m_3 a_3 \\ m_1 a_1 + m_2 g \sin\alpha = m_2 a_2 \\ 2a_3 = a_1 + a_2 \end{cases}$$

$a_1 = 2a_3 - a_2$

$\Rightarrow$ $2m_1 a_3 - m_1 a_2 + m_2 g \sin\alpha = m_2 a_2$

~~[illegible]~~ $m_3 g - 4m_1 a_3 + 2m_1 a_2 = m_3 a_3$

$2m_1 a_3 + m_2 g \sin\alpha = a_2 (m_1 + m_2) \Rightarrow a_2 = \frac{2m_1 a_3 + m_2 g \sin\alpha}{m_1 + m_2}$

$2m_1 a_2 = m_3 a_3 - m_3 g + 4m_1 a_3$

$2m_1 a_2 + m_3 g = (4m_1 + m_3) a_3$

(из 5)

Место для скобы

Шифр 09070

Задача 4 $i=3$ $PV=\nu RT$ $T=\frac{PV}{\nu R}$

$P=\frac{\nu RT}{V}=\frac{\nu RT}{\alpha\sqrt{T}}=\frac{\nu R\sqrt{T}}{\alpha}$

$dU=\frac{i}{2}\nu R(T_2-T_1)$ ✓

$V=\alpha\sqrt{\frac{PV}{\nu R}}$

$Q=dU+A$ $dV=\alpha d\sqrt{T}$

$\sqrt{V}=\frac{\alpha}{\sqrt{\nu R}}\sqrt{P}$

$A=\int_{V_1}^{V_2}PdV=\int_{V_1}^{V_2}\frac{\nu RT}{V}dV=\int_{\sqrt{T_1}}^{\sqrt{T_2}}\frac{\nu R\sqrt{T}}{\alpha}\alpha d\sqrt{T}=\nu R\int_{\sqrt{T_1}}^{\sqrt{T_2}}\sqrt{T}\,d\sqrt{T}$

$V=\frac{\alpha^2}{\nu R}P$ $\underbrace{P=V\frac{\nu R}{\alpha^2}}_{\text{прямая пропорциональность}}$ ✓

$A=\frac{P_2+P_1}{2}(V_2-V_1)=\left(\frac{V_2\nu R}{2\alpha^2}+\frac{V_1\nu R}{2\alpha^2}\right)(V_2-V_1)=$

$=\frac{\nu R}{2\alpha^2}(V_2^2-V_1^2)=\frac{\nu R}{2\alpha^2}(\alpha^2T_2-\alpha^2T_1)=\frac{\nu R}{2}(T_2-T_1)$ ✓

$Q=dU+A=\frac{3}{2}\nu R(T_2-T_1)+\frac{\nu R}{2}(T_2-T_1)=\boxed{2\nu R(T_2-T_1)}$ ✓

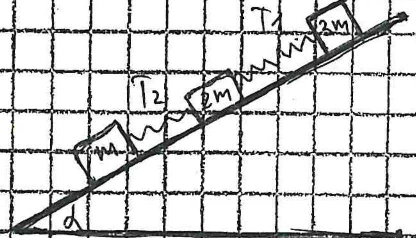
$\eta=\frac{A}{Q}=\frac{\frac{\nu R}{2}(T_2-T_1)}{2\nu R(T_2-T_1)}=\boxed{0,25}$ ✓

$C=\frac{Q}{\Delta T}=\frac{2\nu R\Delta T}{\Delta T}=2\nu R$

$C_\nu=\frac{2\nu R}{\nu}=2R$ ✓

Теплоёмкость постоянна. 7 баллов K_7 X

Задача 5



Чтобы сдвинуть г/з вниз: ~~[illegible]~~

$T+mg\sin\alpha\leq\mu mg\cos\alpha$

~~Чтобы сдвинуть вверх:~~

$T=Mg(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)$

Чтобы сдвинуть вверх:

$T=Mg(\mu\cos\alpha+\sin\alpha)$

$T_1+3mg\sin\alpha-\mu 3mg\cos\alpha=0$

$T_1=3mg(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)$ здесь мин

$T_2-mg\sin\alpha-\mu mg\cos\alpha=0$

$T_2=mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)$ здесь макс

чтобы Σ дл. была макс.

$\boxed{l_0+\frac{F}{k}}$

K_1 3б

$K_{2,3}$ 3б

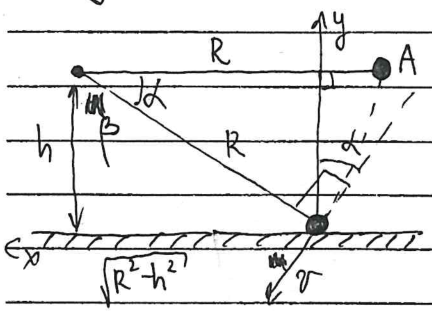
$K_{5,6,7,8}$ 4б

$\left(\frac{3mg(\sin\alpha+\mu\cos\alpha)}{k}+\frac{mg(\mu\cos\alpha-\sin\alpha)}{k}+4l_0\right)$

Место для скобы

Шифр 09070

Задача 1



(ЗСЭ)

$v=\sqrt{2gh}$, т.к. сила натяжения нити действует $\perp v$.

К1 2б

Шарик ударяется и отскакивает под углом $\alpha = \arcsin\left(\frac{h}{R}\right)$ к вертикали и $\beta = \arccos\left(\frac{h}{R}\right)$ к горизонтали

К2 2б

$x = v\cos\beta t$

$y = v\sin\beta t - \frac{gt^2}{2}$

$v\sin\beta = \frac{gt}{2} \Rightarrow t = \frac{2v\sin\beta}{g}$

$x = \frac{2v^2\sin\beta\cos\beta}{g} = \frac{v^2\sin 2\beta}{g}$ К3

Т.к. скорость соударения одинакова при любых соотношениях R и h и фикс. h (если $h<R$), наибольшая дальность полёта будет при $\beta=45°$.

Т.е. $\frac{h}{R}$ должно быть равно $\boxed{\frac{\sqrt{2}}{2}}$

$L = \frac{v^2}{g} = \frac{2gh}{g} = \boxed{2h}$

Задача 2 (продолжение)

$$\frac{2m_1}{m_1+m_2}\left(2m_1a_3+m_2g\sin\alpha\right)+m_3g=(4m_1+m_3)\cdot a_3$$

$$\frac{4m_1^2}{m_1+m_2}a_3+\frac{2m_1m_2g\sin\alpha}{m_1+m_2}+m_3g=(4m_1+m_3)a_3$$

$$a_3\left(4m_1+m_3-\frac{4m_1^2}{m_1+m_2}\right)=g\left(\frac{2m_1m_2\sin\alpha}{m_1+m_2}+m_3\right)$$ ✓

$$a_3=\frac{g\left(\frac{2m_1m_2\sin\alpha+m_3(m_1+m_2)}{m_1+m_2}\right)}{\frac{(4m_1+m_3)(m_1+m_2)-4m_1^2}{m_1+m_2}}=g\,\frac{2m_1m_2\sin\alpha+m_3(m_1+m_2)}{(4m_1+m_3)(m_1+m_2)-4m_1^2}$$

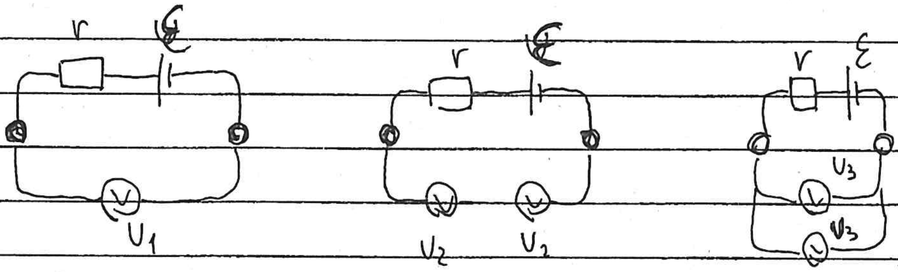
Место для скобы

Шифр 09070

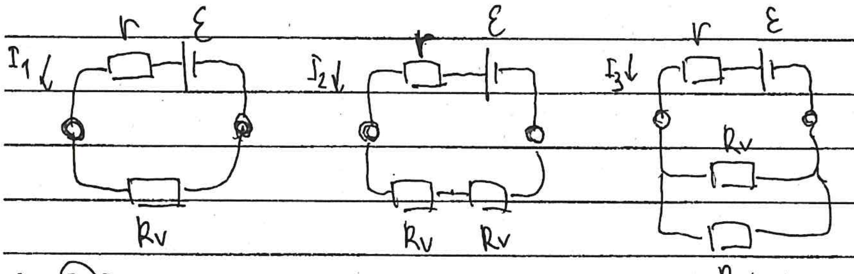
/6п

Задача 3

r неизв.



$\frac{V_1}{V_3} = 1$, если вольтметр идеальный



К, 6 б

К 3, 4, 5 6 б

$U_1 = R_V I_1$

$I_1 = \frac{\varepsilon}{r+R_V}$

$r + R_V = \frac{\varepsilon}{I_1} = \frac{\varepsilon R_V}{U_1}$

$r = \left(\frac{\varepsilon}{U_1} - 1\right) R_V$

$U_2 = I_2 R_V$

$I_2 = \frac{\varepsilon}{r+2R_V}$

$\varepsilon = I_2 (r + 2R_V)$

$\varepsilon = \frac{U_2}{R_V}(r + 2R_V)$

$U_3 = \frac{I_3 R_V}{2} \Rightarrow I_3 = \frac{2U_3}{R_V}$

$I_3 = \frac{\varepsilon}{r + \frac{R_V}{2}} = \frac{2\varepsilon}{2r + R_V}$

$2rI_3 + I_3 R_V = 2\varepsilon$

$I_3 R_V = 2\varepsilon - 2rI_3 = 2(\varepsilon - rI_3)$

$R_V = \frac{2\varepsilon}{I_3} - 2r = \frac{2\varepsilon R_V}{2U_3} - 2r =$

$= \frac{\varepsilon R_V}{U_3} - 2r$

$R_V\left(\frac{\varepsilon}{U_3} - 1\right) = 2r \Rightarrow R_V = \frac{2rU_3}{\varepsilon - U_3}$

$\cancel{\varepsilon = \frac{U_2(\varepsilon - U_3)}{2rU_3}\left(\left(\frac{\varepsilon}{U_1} - 1\right) R_V + 2R_V\right)}$

$\varepsilon = \frac{U_2(\varepsilon - U_3)}{2rU_3}\left(r + \frac{4rU_3}{\varepsilon - U_3}\right)$

$\cancel{r} = \left(\frac{\varepsilon}{U_1} - 1\right) \cdot \frac{2rU_3}{\varepsilon - U_3}$

$1 = \left(\frac{\varepsilon}{U_1} - 1\right)\frac{2U_3}{\varepsilon - U_3}$ $\frac{2\varepsilon U_3}{U_1(\varepsilon - U_3)} - \frac{2U_3}{\varepsilon - U_3} = 1$

Место для скобы

Шифр

Задача 2 (продолжение)

$$a_2 = \frac{2m_1 g \cdot \dfrac{2m_1 m_2 \sin\alpha + m_3(m_1+m_2)}{(4m_1+m_3)(m_1+m_2)-4m_1^2} + m_2 g \sin\alpha}{m_1+m_2}$$

$$\cancel{= 2m_1 g\left(2m_1 m_2 \sin\alpha + m_3(m_1+m_2)\right)}$$

$$a_1 = 2a_3 - a_2 = g\,\frac{4m_1 m_2 \sin\alpha + m_3(m_1+m_2)}{(4m_1+m_3)(m_1+m_2)-4m_1^2} - \frac{\dfrac{2m_1 g\left(2m_1 m_2 \sin\alpha + m_3(m_1+m_2)\right)}{(4m_1+m_3)(m_1+m_2)-4m_1^2} + m_2 g \sin\alpha}{m_1+m_2}$$

Задача 3 (продолжение)

$$\frac{2\varepsilon V_3}{V_1(\varepsilon - V_3)} = \frac{\varepsilon - V_3 + 2V_3}{\varepsilon - V_3} \qquad \frac{2\varepsilon V_3}{V_1(\varepsilon - V_3)} = \frac{\varepsilon + V_3}{\varepsilon - V_3} \qquad \frac{2\varepsilon V_3}{V_1} = \varepsilon + V_3$$

$$\left(\frac{2V_3}{V_1} - 1\right)\varepsilon = V_3$$

$$\boxed{\varepsilon = \frac{V_3 V_1}{2V_3 - V_1}}$$