Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

601830

Шифр ____________________
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Щербаков Александр Игоревич

Город, № школы (образовательного учреждения) Барнаул, №125

Регистрационный номер 9849, 10

Вариант задания 1

Дата проведения «1» марта 2020 г.

Подпись участника ____________

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

830 шестьдесят один балл

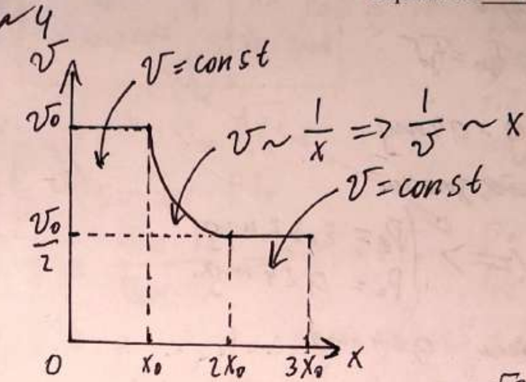
601830

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
0	10	1	11	16	9	14				61

Шифр ____________________
заполняется ответственным секретарем приемной комиссии

Вариант № 1

№4

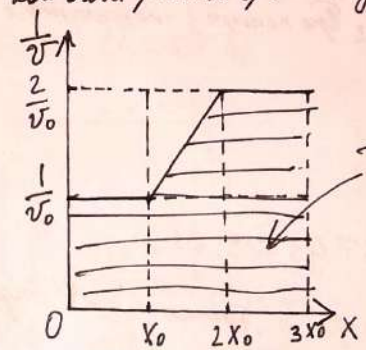


$\Delta t = \frac{1}{v} \Delta x$

обоснование?

11

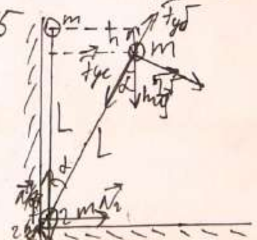
Перечертим график в координатах $\frac{1}{v}$, x, чтобы площадь под графиком была равна времени движения.



$$T = \frac{1}{v_0} \cdot 3x_0 + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{v_0} \cdot x_0 + \frac{1}{v_0} \cdot x_0 = \frac{4,5 x_0}{v_0}$$

Ответ: $T = \frac{4,5 x_0}{v_0}$

№5



$N_в$ - вертикальная р-я опоры

$N_г$ - горизонтальная р-я опоры

Искомые $\vec{P_в}$ и $\vec{P_г}$ равны $-\vec{N_в}$ и $-\vec{N_г}$ соответственно по 3 з-ну Ньютона

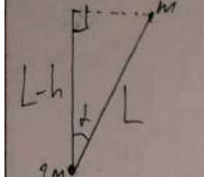
Запишем ЗСЭ для верхнего шара:

$mgh = \frac{mv^2}{2} \Rightarrow v^2 = 2gh$

Определим центробежную силу:

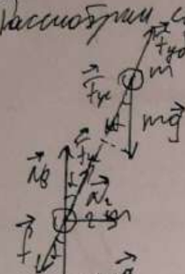
$F_{цб} = m\frac{v^2}{L} = \frac{2mgh}{L} = 0,4\,mg \quad (h = 0,2L)$

Определим $\cos\alpha$ и $\sin\alpha$:



$\cos\alpha = \frac{L-h}{L} = 0,8$; $\sin\alpha = \sqrt{1-0,64} = 0,6$

Рассмотрим силы, действующие на шары:



$f = mg\cos\alpha - F_{цс}$, $F_{цс} = F_{цб}$

$f = 0,8mg - 0,4mg = 0,4mg$

подробнее

Шар массой 2m покоится, значит

$\begin{cases} N_в = 2mg + f\cos\alpha \\ N_г = f\sin\alpha \end{cases} \Longleftrightarrow \begin{cases} P_в = 2,32\,mg \\ P_г = 0,24\,mg \end{cases}$

Ответ: $P_{вертикальн.} = 2,32\,mg$; $P_{горизонтальн} = 0,24\,mg$

16

№2

В условии указано, что $h \ll R_м$ (тонкая), значит изменением $g_м$ с высотой можно пренебречь.

Определим $g_м$ через $g_з$ при помощи з-на всемирного тяготения:

$\begin{cases} g_з = G\cdot\frac{M_з}{R_з^2} \\ g_м = G\cdot\frac{0,103M_з}{(0,53R_з)^2} \end{cases}$

$g_м = g_з\cdot\frac{0,103}{0,53^2} = 0,37\,g_з \approx 3,65\,\frac{м}{с^2}$

Запишем ур-ие состояния для атмосферы:

$pV = \frac{m}{\mu}RT$, заметим, что $\rho_{атм} = const$ и $p = \rho_{атм}\cdot g_м\cdot h$, также $m = \rho V$, тогда

$\rho_{атм}\cdot g_м\cdot h = \frac{\cancel{\rho_{атм}\cdot V}}{V\cdot\mu}\cdot RT$

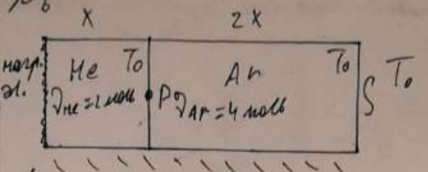
$h = \frac{RT}{\mu g_м}$

$h = \frac{8,31\cdot300}{44\cdot10^{-3}\cdot3,66}\,м = 15523\,м$

Ответ: $h = 15,5$ км.

10

№6



$Q = A + \Delta U$, $\Delta U = \frac{i}{2}\nu R\Delta T = \frac{i}{2}p\Delta V$

$i = 3$ (одноатомный газ)

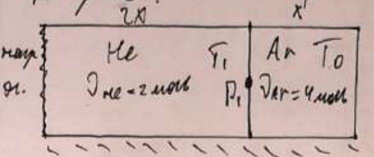
Пусть xS – нач. объём гелия, тогда $2xS$ – нач. объём аргона.

$\begin{cases} p_0\cdot xS = \nu_{He}RT_0 \\ p_0\cdot 2xS = \nu_{Ar}RT_0 \end{cases}$

Сначала поршень неподвижен. Это означает равенство давлений слева и справа от него.

$2 = \frac{\nu_{Ar}}{\nu_{He}} \Rightarrow \nu_{Ar} = 2\nu_{He} = 4$ моль

Нагрев: He – $\frac{pV}{T} = const$; Ar – $pV = const$ (проводящая тепло стенка)



Температура аргона остаётся равной температуре воздуха T_0, т.к. правая стенка проводит тепло. Значит $\Delta U_{Ar} = \frac{3}{2}\nu_{Ar}R\Delta T = 0$, т.к. $\Delta T = 0$. Тогда $Q_2 = \Delta p\cdot\Delta V = (p_1 - p_0)\cdot xS$, но для Ar $pV = const$, значит $p_1 = p_0\cdot\frac{2xS}{xS} = 2p_0$, тогда $Q_2 = p_0\cdot xS$. Заметим, что $p_0\cdot xS = \nu_{He}RT_0$ (до нагр.)

$Q_2 = \nu_{He}\cdot RT_0$

не верно

не надо так подробно расписывать решение

$\begin{cases} p_1\cdot 2xS = \nu_{He}RT_1 \\ p_1\cdot xS = \nu_{Ar}\cdot RT_0 \end{cases}$

$2 = \frac{\nu_{He}\cdot T_1}{\nu_{Ar}\cdot T_0} \Rightarrow T_1 = 4T_0$

$Q_1 = A + \Delta U$, $A = \Delta p\Delta V = p_0\cdot xS = \nu_{He}RT_0$?

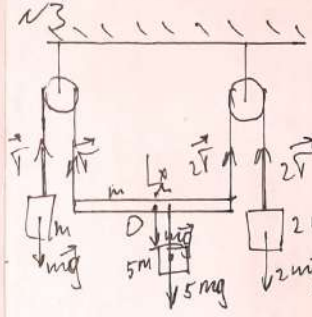
$\Delta U = \frac{3}{2}\nu_{He}R\Delta T = \frac{9}{2}\nu_{He}RT_0$

$Q_1 = (4,5 + 1)\cdot\nu_{He}RT_0 = 5,5\,\nu_{He}RT_0 = 5,5\,Q_2$

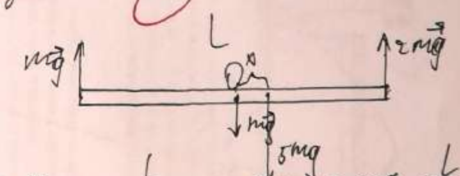
9

Ответ: $Q_1 = 5,5\,Q_2$

№3



Запишем правило моментов для точки O (середина бруска длины L), $T = mg$, $L = 30$ см



Т. O: $mg\cdot\frac{L}{2} + 5mg\cdot x = 2mg\cdot\frac{L}{2}$

$5x = \frac{L}{2}$

$x = \frac{L}{10} = 3$ см, справа от середины бруска

Ответ: $x = 3$ см; подвесить справа

1

№1

Тележка движется в напр. движения ленты или против — неважно. Обозначим скорость ленты за u.

Рассмотрим начальное и конечное состояния.

$$\begin{cases} 3m(v+u) = mu + 3mv_1 \\ \dfrac{3m(v+u)^2}{2} = \dfrac{mu^2}{2} + \dfrac{3mv_1^2}{2} \end{cases}$$

9

$$\begin{cases} 3v + 2u = 3v_1 \\ 3v^2 + 6uv + 3u^2 = u^2 + 3v_1^2 \end{cases}$$

$$u = \frac{3(v_1 - v)}{2}$$

$$3v^2 + \cancel{6}^{3}v \cdot \frac{3(v_1 - v)}{\cancel{2}} + \cancel{2}\cdot\frac{9(v_1 - v)^2}{\cancel{4}2} = 3v_1^2$$

$$3v^2 + \cancel{9vv_1} - 9v^2 + 4{,}5v_1^2 - \cancel{9vv_1} + 4{,}5v^2 = 3v_1^2$$

$$1{,}5v_1^2 = 1{,}5v^2$$

$$v_1 = v = 0{,}4\ \frac{м}{с}$$

Ответ: $v_1 = 0{,}4\ \frac{м}{с}$

0

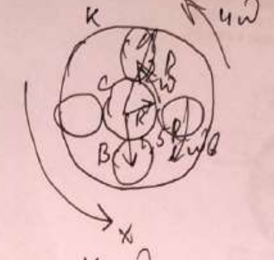
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана
(национальный исследовательский университет)»

601830

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
						14				

Шифр ____________
заполняется ответственным секретарем приемной комиссии

Вариант № 10.5



После изучения схемы планетарной передачи становится понятно, что для того, чтобы солнечная и коронная шестерни вращались в одну сторону, водило должно вращаться в противоположную.

Попробуем описать движение точек на шестернях, приняв положительным направлением движения движение вдоль оси X. $\omega_к$ – угл. скорость коронной шестерни; ω_c – солнечной; $\omega_в$ – водила.

„Радиус водила" равен $R_в = \frac{2R + R}{2} = 1{,}5R$ +

1) +4

$\omega_{кx} \cdot 2R = -(\omega_{cx}R + 1{,}5\omega_{вx}R)$

Подставив значения, получим $8\omega R = -\omega R - 1{,}5\omega_{вx}R$? , перейдём от проекций к модулям и получим $\omega_в = \frac{9\omega R}{1{,}5R} = 6\omega$ –

2) +10

Ответим на второй вопрос:

? Пояснение?

$\omega_к = \left|\frac{-\omega R}{2R}\right| = \frac{\omega}{2}$ +

Ответ: 1) 6ω ; 2) $\frac{\omega}{2}$ +

14 баллов.