Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1

Шифр 820002
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Короткова Елизавета Андреевна

Город, № школы (образовательного учреждения) г. Волжский, МОУ СШ № 30, 10

Регистрационный номер ШМ 9324

Вариант задания 5

Дата проведения «17» февраля 2018 г.

Подпись участника

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
20	10	X	20	15						65

Шифр 820002

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Тлу

Вариант № 5

Задача № 1

Дано:

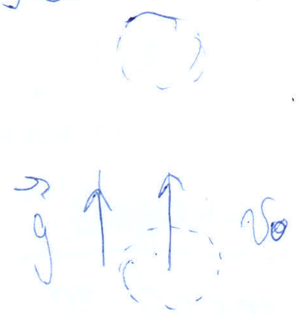
$h = 10$ км $= 10000$ м

$a = 40\ \frac{м}{с^2}$

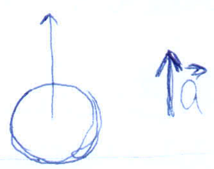
$t = ?$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

Решение:



← состоянии невесомости



Весь путь, которой прошла ракета можно разделить на две части. Так сначала ракета проходет h_1 с включенным ускорением a, а потом h_2 – в состоянии невесомости. Когда тело в состоянии невесомости, то оно движется вверх с ускорением g, так как оно как бы теряет свой вес. Но стоит заметить, что она проходит какой-то путь h_2, ~~чтоб~~ до того как остановиться, значит на первом участке пути h_1 она приобрела скорость V_0

20

тогда как с начала полета её скорость равнялась 0, значит можно написать следующую формулу для h_1: $h_1 = \frac{v_0^2}{2a}$

А для участка в невесомости: $h_2 = \frac{v_0^2}{2g}$

В итоге ракета достигла высоты h, значит

$$h = h_1 + h_2 = \frac{v_0^2}{2}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{g}\right) \quad (1)$$

В тоже время начальная скорость на участке в невесомости - v_0, а конечная - 0, тогда $v_0 = gt$, где t - время в невесомости. Подставим v_0 во 1 выражение:

$$h = \frac{g^2 t^2}{2}\left(\frac{1}{a} + \frac{1}{g}\right)$$

Найдем t:

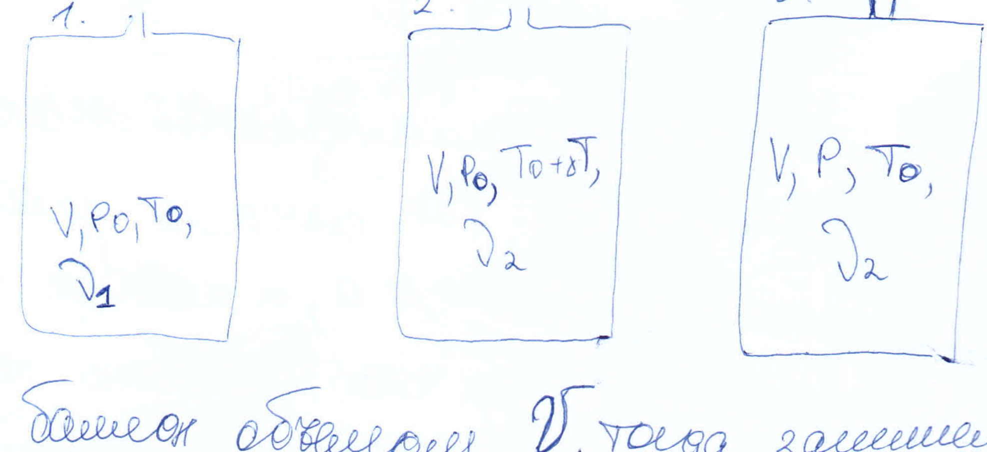
$$t = \sqrt{\frac{2had}{(g+a)g^2}} = \sqrt{\frac{2ha}{(g+a)g}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 10000 \cdot 40}{50 \cdot 10}} = 40 c$$

Ответ: 40 с

Задача 4

Дано:
$P_0 = 10^5 Па$
$T_0 = 10°C = 283 K$
$P = 0{,}7 \cdot 10^5 Па$
$\Delta T_{max} = ?$

Решение:



Пусть у нас баллон объемом V, тогда запишем уравнения Менделеева-Клапейрона для 3 случаев:

1. $P_0 V = T_0 R \nu_1$, где ν_1 - начальное кол-во вещества
2. $P_0 V = (T_0 + \Delta T) R \nu_2$, где ν_2 - кол-во вещества, которое стало после того, как нагрели на максимум

газ, при этом давление остается постоянным, а меняется только ν, так как вентиль открыт.

3. $PV = T_0 R \nu_2$ (вентиль зажали после нагревания и ν_2 также)

Найдем из этих 3 уравнений ΔT:

$T_0 R \nu_1 = (T_0 + \Delta T) R \nu_2$

$\frac{p}{p_0} = \frac{\nu_2}{\nu_1}$ $\Rightarrow T_0 = \frac{p}{p_0}(T_0 + \Delta T)$

$\frac{p_0}{p} T_0 = T_0 + \Delta T$

$\Delta T = T_0 \left(\frac{p_0}{p} - 1\right) =$

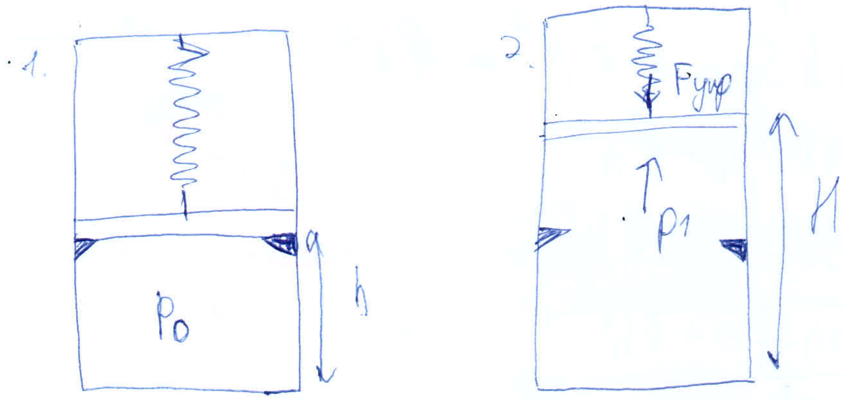
$= 283 \left(\frac{1}{0{,}7} - 1\right) = 121{,}29$ K

Ответ: максимальное изменение – 121,29 K

Задача №5

Дано:
k
S
h
p_0
Q
H – ?

Решение:



Запишем уравнение состояния газа (Менделеева-Клапейрона) для 1 случая:

$hS \cdot p_0 = \nu R T_1$ (1)

для 2 случая:

$p_1 \cdot HS = \nu R T_2$

Причем заметим, что из-за того что поршень будет находиться в равновесии во 2 случае, как и в 1 случае, но там есть еще жесткие опоры и силы их реакции тоже надо учитывать, то силы будут скомпенсированы, а значит

$F_{упр} = p_1 S \Rightarrow p_1 = \frac{Hk}{S}$, тогда получим $H^2 k = \nu R T_2$ (2)

Рассмотрим теперь газ. По 1 закону термодинамики:

$$Q = A + \Delta U$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}\nu R\Delta T = \frac{3}{2}\nu R(T_2 - T_1)$$

Из 1 и 2 выражений получается, что

$$\Delta U = \frac{3}{2}(H^2 k - hSp_0)$$

В то же время, когда газ совершает работу, то он поднимает поршень на высоту $H-h$, тогда изменение потенциальной энергии пружины равняется работе, которую совершил газ, то есть $A = E_{п2} - E_{п1} = \frac{kH^2}{2} - \frac{kh^2}{2} = \frac{k(H^2-h^2)}{2}$

Значит, $Q = \frac{3}{2}(H^2k - hSp_0) + \frac{k(H^2-h^2)}{2}$

Выразим H через это уравнение:

$$2Q = 3H^2k - 3hSp_0 + kH^2 - kh^2$$

$$2Q = 4H^2k - 3hSp_0 - kh^2$$

$$4H^2k = 2Q + 3hSp_0 + kh^2$$

$$H = \frac{1}{2}\sqrt{\frac{2Q+3hSp_0+kh^2}{k}}$$

~~20~~

15

Ответ: $H = \cancel{\frac{1}{2}}\sqrt{\frac{2Q+3hSp_0+kh^2}{k(i+1)}}$

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 820002

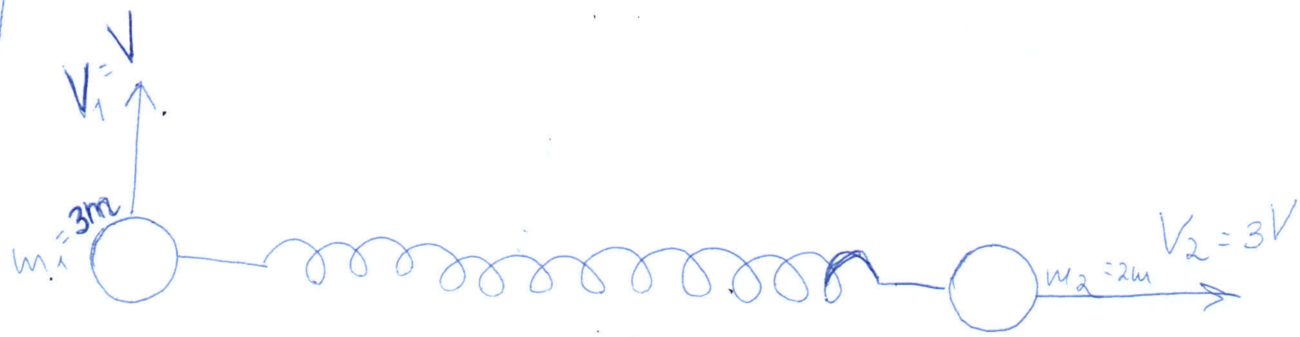
(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 5

Задача № 2.

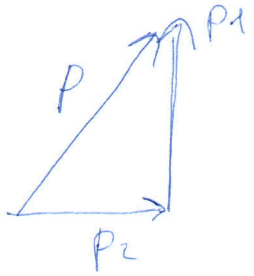
Дано:
$m_1 = 3m$
$m_2 = 2m$
$V_1 = V$
$V_2 = 3V$
$p_1 = ?$

Решение:



Найдем импульс системы в начальный момент, когда им сообщили скорости:

$\vec{p}_1 + \vec{p}_2 = \vec{p}$



Значит, $p^2 = p_1^2 + p_2^2$

10

$p^2 = (3mV)^2 + (2m \cdot 3V)^2 = 45(mV)^2$

9+36

$p = 3\sqrt{5}\, mV$ (1)

В то же время, что центр масс этой системы всегда находится на пружине и если её длина $5l$, то от ~~его~~ первого тела на расстоянии $2l$, а от второго – $3l$.

Знаем расположение центра масс

описывает окружность, и в её верхней точке импульс системы равняется 0, тогда как на половине максимальной высоты — $\frac{p}{2}$

$$p_1 = \frac{p}{2} = 1{,}5\sqrt{5}\, mV$$

Ответ: $1{,}5\sqrt{5}\, mV$