Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

+1

Шифр 820021
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету Физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Бондаренко Виктория Игоревна

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

Регистрационный номер ШМ9192

Вариант задания 6

Дата проведения «17» февраля 2018 г.

Подпись участника В.Бонд

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Σ
20	X	0	20	10						50

Шифр 820021

(заполняется ответственным секретарём приёмной комиссии)

Вариант № 6

Задание №1

Дано:

$t = 40\,c$

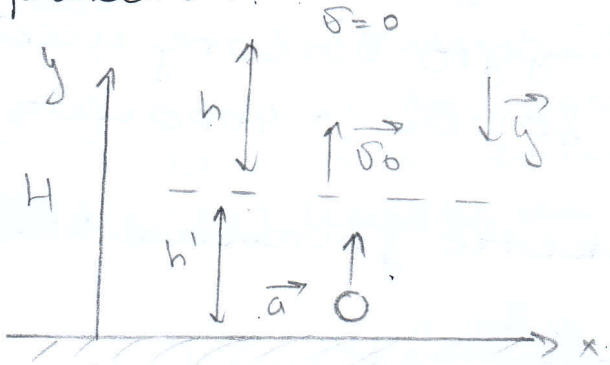
$a = 20\ \frac{м}{с^2}$

$g = 10\ \frac{м}{с^2}$

$h - ?$

Решение:

Изобразим схематически полёт метеорологической ракеты.



а) Так как ракета, запущенная вертикально какое-то время находилась в состоянии невесомости, то на данном участке пути действует только сила тяжести (ускорения нет) – этот участок соответствует времени подъёма.

Для начала найдём скорость ракеты по формуле:

$$б_y = б_{0y} + g_y t$$

В проекции на ось Oy:

$$б = б_0 - gt$$

$$б_0 = gt \quad (1)$$

Расстояние h (или высоту) вычислим по следующей формуле:

$$h = \frac{б_x^2 - б_{0x}^2}{2g_x}$$

или в нашем случае по формуле: $h = \frac{б_0^2}{2g}$ (2)

20

отставим в формулу (2) значение полученное в формуле (1) получим:

$$h = \frac{g^2 t^2}{2g} = \frac{gt^2}{2} = \frac{10 \cdot 40^2}{2} = 8000\,м$$

б) Рассмотрим следующий участок пути ракеты.

$V_0 = gt$ (из предыдущего пункта)

$V_y = V_{0y} + a_y t$

В проекции:

$V_0 = 0 + a t'$

$V_0 = a t' \Rightarrow t' = \frac{V_0}{a} = \frac{10 \cdot 40}{20} = 20\,с$

$h' = \frac{a t'^2}{2} = \frac{20 \cdot 20^2}{2} = 4000\,м$

~~Общее~~ Общую высоту найдем:

$H = h + h' = 8000\,м + 4000\,м = 12000\,м =$

$= 12\,км$

Ответ: Ракета достигла высоты 12 км.

Задание №3

Дано:

$h_0 - ?$

S

R

E

σ

Решение:

$$\sigma = \frac{q}{S} \quad (1)$$

$$\vec{E} = \frac{\vec{F}}{q} \quad (2)$$

$$q = \frac{\vec{F}}{E} \quad (3)$$

$\sigma = \frac{R}{S}$

отставим (3) в (1)

$$\sigma = \frac{F}{ES} = \frac{K \cdot q^2}{(R - h_0) ES}$$

$\sigma \cdot E \cdot S (R - h_0) = k q^2$

$\sigma R ES - \sigma R E h_0 = k q^2$

$-\sigma R E h_0 = k q^2 - \sigma R ES$

$\sigma R E h_0 = \sigma R ES - k q^2$

$$h_0 = \frac{\sigma R ES - k q^2}{\sigma R E}$$

k; q - постоянные величины, которые можно найти в справочных материалах.

Ответ: $h_0 = \frac{\sigma R E S - kq^2}{\sigma R E}$.

Задание № 4

Дано:

$V = 5,6 дм^3$

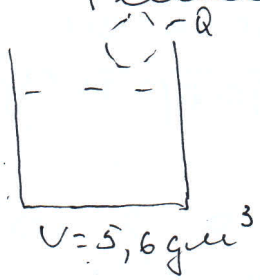
$P_0 = 10^5$ Па

$P - ?$

$Q = 1430$ Дж

$C_v = 21 \frac{Дж}{моль \cdot K}$

Решение:



Для начала запишем уравнение Клапейрона для двух случаев до и после сообщения кол-ва теплоты.

(1) $pV = \nu RT$ (до сообщения)

(2) $pV = \nu R(T+T')$ (после сообщения кол-ва теплоты)

Из уравнения (1) найдём p_0

$p_0 = \frac{\nu RT}{V}$ (4)

Из уравнения (2) найдём p

$p = \frac{\nu R(T+T')}{V} = \frac{\nu RT + \nu RT'}{V} = \frac{\nu RT}{V} + \frac{\nu RT'}{V}$ (3)

В уравнение (3) подставим уравнение (4), получим:

$p = p_0 + \frac{\nu RT'}{V}$ (5)

20

Кол-во теплоты которое сообщили воздуху по определению равно:

$Q = C_v \cdot \nu \cdot T' \Rightarrow T' = \frac{Q}{C_v \nu}$ (6)

Подставив в уравнение (5) значение T', полученное в уравнении (6) имеем:

$$p = p_0 + \frac{\nu R T'}{V} = p_0 + \frac{\nu R \cdot \frac{Q}{c_v \cdot \nu}}{V} =$$

$$= p_0 + \frac{QR}{c_v \cdot V}$$

Подставим численные значения в полученную формулу получим:

$$p = 10^5 + \frac{1430 \cdot 8{,}31}{21 \cdot 5{,}6} \approx 2 \cdot 10^5 \text{ Па}$$

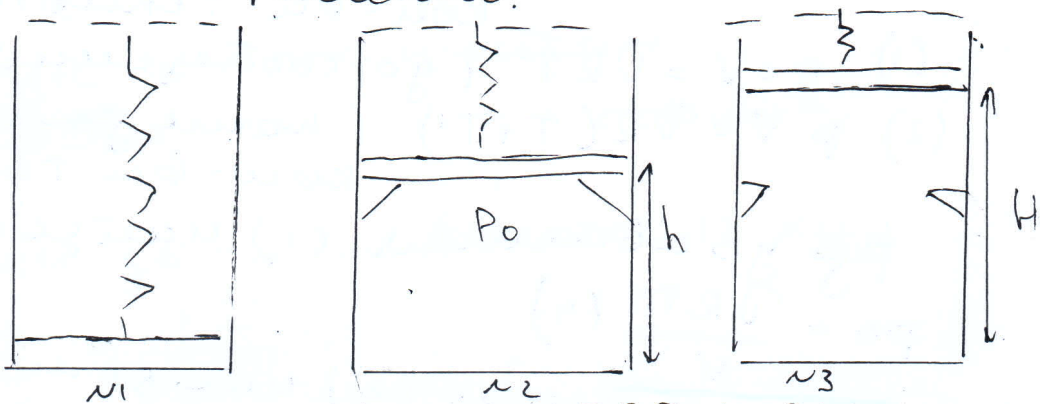
Ответ: $p = p_0 + \frac{QR}{c_v \cdot V} = 2 \cdot 10^5$ Па

Задание № 5

Дано:

k,
S, h,
p_0, H
Q - ?

Решение:



Согласно второму закону термодинамики, имеем:

$$Q = \Delta U + A$$

Запишем уравнение Клапейрона для двух случаев (рис. 2 и 3):

$$p_0 V_1 = \nu R T'$$

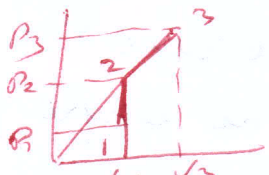
$$p V_2 = \nu R T''$$

(10)

По условию задачи имеем

$$V_1 = Sh$$

$$V_2 = SH$$



12 – изохора
23 – $p \sim V$

Подставим полученные значения в уравнения, записанные выше.

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	

Шифр 220021

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 6

(продолжение задачи №5)

$p_0 Sh = \nu R T'$ } 1.
$p_0 Sh + \Delta U = \nu R T''$ } 2

По определению ΔU (изменение внутренней энергии) равно:

$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R (T'' - T') = \frac{3}{2} \nu R \Delta T$ (т.к. по условию задачи в сосуде находится одноатомный идеальный газ).

Вернёмся к уравнению (1) и (2) записанное выше. Вычтем из уравнения (2) уравнение (1) получим:

$(p_H - p_0 h) S = \nu R T'' - \nu R T'$

$(p_H - p_0 h) S = \nu R (T'' - T')$

$(p_H - p_0 h) S = \nu R \Delta T$

$\Delta U = \frac{3}{2} S (p_H - p_0 h)$.

По определению A (работа) численно равна:

$A = \nu R (T'' - T') = \nu R \Delta T = (p_H - p_0 h) S$.

Итак, подставив необходимые нам полученные значения для нахождения кол-ва теплоты:

$Q = A + \Delta U = (p_H - p_0 h) S + \frac{3}{2} (p_H - p_0 h) S =$

$= (p_H - p_0 h) \left(S + \frac{3}{2} S \right) = (p_H - p_0 h) \cdot \frac{5}{2} S$ /4)

Нам осталось только найти значение p (и известное по условию задачи). Так как в вертикальном цилиндре находится пружина можем записать следующее:

$$k \cdot H = pS.$$

$$p = \frac{kH}{S} \quad (3)$$

Подставим в уравнение (4) значение полученное в уравнении (3);

$$Q = (PH - poh) \cdot \frac{5}{2} S = \left(\frac{kH}{S} \cdot H - poh\right) \cdot \frac{5}{2} S =$$

$$= \left(\frac{kH^2}{S} - poh\right) \frac{5}{2} S.$$

Таким образом, получили необходимый ответ на вопрос задачи.

Ответ: $Q = \left(\frac{kH^2}{S} - poh\right) \cdot \frac{5}{2} S$!