Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 820017
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника ЯСАФОВ АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ 10 КЛАСС

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

Регистрационный номер ШМ 9565

Вариант задания 6

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	5						55

Шифр 820017

(заполняется ответственным секретарём приёмной комиссии)

Вариант № 6

№1.

В состоянии невесомости ракета находилась после того, как выключили двигатели и до достижения максимальной высоты. Пусть скорость ракеты после выключения двигателя – V_0, когда ракета достигла максимальной высоты её скорость стала равна 0. Пусть время невесомости на этапе подъёма – $\tau = 40$ с, тогда $V_0 - g\tau = 0$

$V_0 = g\tau = 10 \cdot 40 = 400 \frac{м}{с}$

20

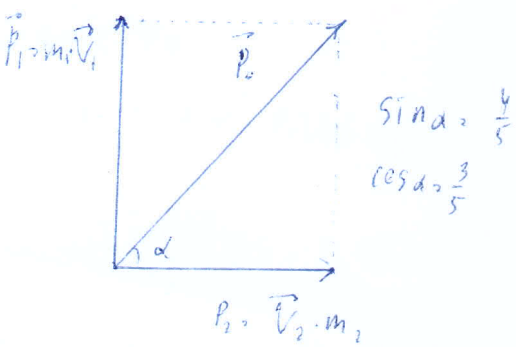
Т.к. ускорение ракеты во время работы двигателей $a = 20 \frac{м}{с^2}$, тогда время работы двигателя $t = \frac{V_0}{a} = 20$ с. Общая высота полёта складывается из высоты, которую достигла ракета с работающими двигателями S_1 и высоты, которую достигла ракета во время невесомости.

$H = S_1 + S_2 = \frac{at^2}{2} + V_0\tau - \frac{g\tau^2}{2} = 4000 + 8000 = 12\,000$ м

Ответ: 12 000 м.

№2 Найдем общий импульс системы. $P_1 = m_1 V_1 = 4mV$

$P_2 = m_2 V_2 = 3m \cdot V = 3mV$



по т. Пифагора

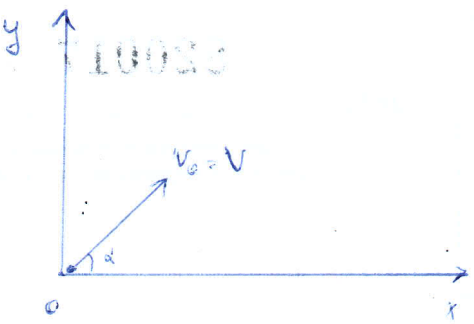
$P_0 = \sqrt{16m^2V^2 + 9m^2V^2} = 5mV$

10

Это будет импульс центра масс

масса системы $m_1 + m_2 = 5m$, значит её скорость $\frac{P_0}{5m} = V$ и направлена она под углом α к горизонтали

Т.к. пружина связывает 2 шарика, то её действие - это внутренняя сила и она не влияет на импульс центра тяжести. Т-м движения центра тяжести. ~~На не~~ На него действуют только сила тяжести.



$V_{0y} = V \cdot \sin\alpha$

~~Вершина~~ Время подъёма = $\frac{V_0 \sin\alpha}{g}$

↓

Максимальная высота подъёма =

$= \frac{V_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{2g}$

Половина максимальной высоты - $\frac{V_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{4g}$

Запишем закон сохранения энергии для начальной ситуации и, когда центр тяж. поднялся на высоту $\frac{V_0^2 \cdot \sin^2\alpha}{4g}$ (в нач. мом. пот. Е энергия = 0)

$$\frac{5mV^2}{2} = \frac{5mV_2^2}{2} + mg \cdot \frac{V_0^2 \sin^2\alpha}{4g}$$

$$5V^2 = 5V_2^2 + \frac{V^2 \cdot \sin^2\alpha}{2}$$

$$5V_2^2 = 5V^2 - \frac{V^2 \cdot \sin^2\alpha}{2} = 5V^2 - V^2 \cdot \frac{16}{25 \cdot 2} = \frac{117}{25}V^2$$

$$V_2^2 = \frac{117}{125}V^2$$

$$V_2 = \frac{3\sqrt{65}}{25}V$$

$$P_c = mV_2 \quad 5m \cdot \frac{3\sqrt{65}}{25}V = \frac{3\sqrt{65}}{5}mV = 4{,}84\,mV$$

Ответ. $4{,}84\,mV$?

№4 Т.к $V = const$, то работы газ не совершает $\Rightarrow$ вся энергия пошла на изменение внутренней энергии газа. По закону Менделеева - Клапейрона

$$PV = \nu RT$$

Пусть изменение температуры газа - ΔT, а его новое давление - P_2, тогда

$P_2 V = \nu R(T + \Delta T)$ (т.к подвели тепло, то температура газа должна увеличится)

$$P_2 = \frac{\nu R(T+\Delta T)}{V} = \frac{\nu R T}{V} + \frac{\nu R \Delta T}{V} = P + \frac{\nu R \Delta T}{V} \quad (1)$$

$$Q = C_V \cdot \nu \cdot \Delta T \Rightarrow \Delta T = \frac{Q}{C_V \cdot \nu}$$ подставим в (1)

$$P_2 = P + \frac{\nu R}{V} \cdot \frac{Q}{C_V \cdot \nu} = P + \frac{QR}{C_V V} = 10^5 + 1010{,}48 = 201048{,}5 \text{ Па}$$

20

Ответ: 201048,5 Па

№5) $Q = \Delta U + A$.

Найдем работу газа при нагревании. Т.к сила действия пружины прямо пропорциональна высоте поршня ($т.к\ F = kx$), то мы можем взять среднюю силу давления поршня на воздух $F_{ср} = \frac{F_{нач} + F_{кон}}{2} = \frac{kh + kH}{2}$

$$A = F_{ср} S = F_{ср}(H - h) = \frac{k(h+H)(H-h)}{2}$$

4

Найдем изменение внутренней энергии. Т.к. после нагревания поршень неподвижен, то сила давления пружины равна силе давления воздуха $kH = P_1 S$ (P_1 - давление газа после нагревания)

где искомый параметр??

$$P_1 = \frac{kH}{S}$$

5

$$\Delta U = \frac{3}{2} P V$$

$$\Delta U = \frac{3}{2}(P_1 V_1 - P_0 V_0) \quad V_0 = S \cdot h \quad V_1 = S \cdot H$$

$$= \frac{3}{2}\left(\frac{kH}{S} \cdot S \cdot h - P_0 S h\right) = \frac{3}{2} h (kH - P_0 S)$$ (это больше 0, т.к $H > h$ и $kH > P_0 S$)

$$Q = \Delta U + A = \frac{k}{2}(h+H)(H-h) + \frac{3}{2} h(kH - P_0 S)$$ Ответ: $\frac{k}{2}(h+k)(H-h) + \frac{3}{2} h(kH - P_0 S)$