Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 620001
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на вступительном экзамене

по ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И. О. экзаменующегося ИВАНОВ НИКИТА ПАВЛОВИЧ

Регистрационный номер (номер экзаменационного листа)

Вариант задания, тема сочинения Вариант 1.

Лицей № 1580 при МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

класс 10-С.

Дата экзамена "25" февраля 2018 г.

Подпись экзаменующегося

Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
13	20	10	8	0						51
✓	✓									

620001

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарем приёмной комиссии)

Вариант № 1

№1.

Дано:

h

Высоты всех столкновений ?

Решение:

Обозначим: v_1 – скорости после столкновения первого и второго шаров; h_1 – высота, на которой они столкнулись; t_1 – время, через которое произошло их столкновение; Аналогичные величины для второго и третьего шаров: h_2; v_2 и t_2 (считая от момента броска третьего шара).

I) Второй шар поднимался бы на высоту h, а первый не имеет начальной скорости, значит полные энергии равны:

$$mgh = \frac{mv_0^2}{2}; \quad v_0 = \sqrt{2gh}$$ (v_0 – скорость начальная второго шара; m – масса шаров)

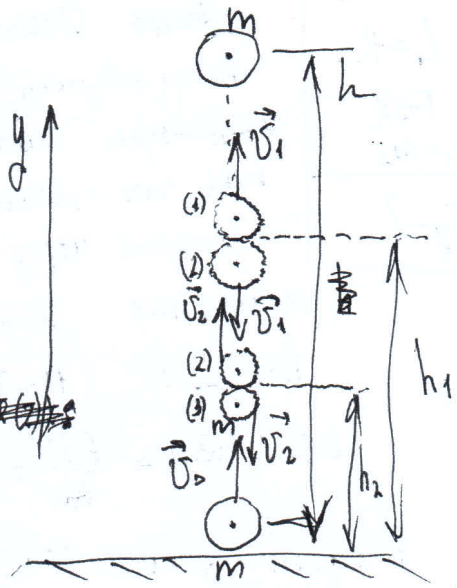
Скорости шаров ~~фразу до~~ столкновения по модулю равны, поэтому

y: (1) $v_1 = gt_1$; (2) $v_1 = v_0 - gt_1$

$$gt_1 = \sqrt{2gh} - gt_1$$

$$2gt_1 = \sqrt{2gh}$$

$$t_1 = \sqrt{\frac{h}{2g}}$$; подставим в уравнение движения под действием силы тяжести



$$h_1 = h - \frac{gt_1^2}{2}; \quad h_1 = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$h - \frac{gt_1^2}{2} = v_0 t_1 - \frac{gt_1^2}{2}$$

$$2h_1 = h - gt_1^2 + v_0 t_1; \quad 2h_1 = h - \frac{h}{2} + \sqrt{\frac{2gh^2}{2g}}; \quad 2h_1 = \frac{3}{2}h; \quad \boxed{h_1 = \frac{3}{4}h}$$

II) Второй шарик движется вниз, третий ему навстречу со скоростью $v_0 = \sqrt{2gh}$!

~~(2) $v_2 = v_1 + gt_2$; (3) $v_2 = v_0 -$~~

Запишем уравнение движения на ось y

(2) $h_2 = h_1 - v_1 t_2 + \frac{gt_2^2}{2}$

(3) $h_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2}$ |+

$2h_2 = h_1 + v_0 t_2 - v_1 t_2$

$2h_2 = \frac{3}{4}h + \sqrt{2gh} \cdot \sqrt{\frac{gh}{2g}} \cdot t_2$

$v_1 = gt_1 = \sqrt{2gh} \cdot \sqrt{\frac{gh}{2g}} = \sqrt{\frac{gh}{2}}$

скорости второго и третьего шаров перед столкновением равны, т.к. у них одинаковая полная механич. энергия и одинаковая потенциальная на высоте h_2.

(2) $v_2 = v_1 + gt_2$; (3) $v_2 = v_0 - gt_2$; $t_2 = \frac{v_0 - v_1}{2g} = \sqrt{\frac{2gh}{(2g)^2}} - \sqrt{\frac{gh}{8g^2}} =$

$= \sqrt{\frac{h}{2g}} - \sqrt{\frac{h}{8g}}$

Подставляем в ур. движения для (3):

$h_2 = v_0 t_2 - \frac{gt_2^2}{2} = \sqrt{2gh} \cdot \left(\sqrt{\frac{h}{2g}} - \sqrt{\frac{h}{8g}}\right) - \frac{h}{16} = h - \frac{h}{2} - \frac{h}{16} = \frac{7}{16}h$

После этого третий шарик упадет.

Второй со скоростью v_2 полетит вверх и столкнется с первым

Ответ: (первый-второй) $\rightarrow h_1 = \frac{3}{4}h$; (третий-второй) $\rightarrow h_2 = \frac{7}{16}h$

№2

Дано:

$L = R$

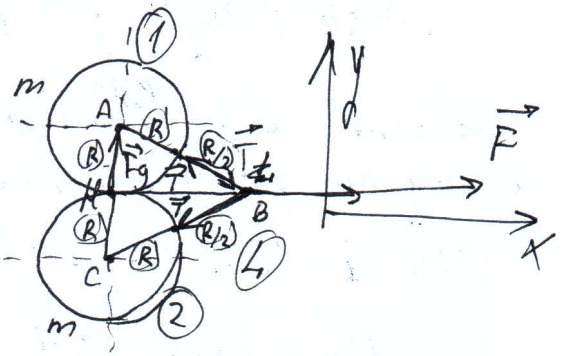
$F = 3H$

$m_1 = m_2$

$F_g - ?$

Решение:

Действие силы натяжения нити на шайбу такое, что сила приложена так, что линия ее действия проходит через центр масс шайбы:



получается треугольник ABC, где $AB = BC = \frac{3R}{2}$, $AC = 2R$.

$BM \perp AC$ (M – т. касания шайб) $BM = \frac{\sqrt{5}R}{2}$

$\cos \angle ABM = \frac{BM}{AB} = \frac{\sqrt{5}}{3}$.

Введем оси X и y:

II з-н Ньютона на точку B по оси X:

$F - 2T\cos\angle ABM = 0$

$F = 2T\frac{\sqrt{5}}{3}$; $T = \frac{3F}{2\sqrt{5}}$.

Запишем II з-н Ньютона на ~~верхнюю~~ ① шайбу:

y: $F_g - T\cos\angle HAB = 0$

$\cos\angle HAB = \frac{R \cdot 2}{3R} = \frac{2}{3}$

$F_g = \frac{2}{3}T = \frac{F}{\sqrt{5}} = \frac{3}{\sqrt{5}} = \frac{3}{2.2} = 1{,}36$ Н.

Ответ: 1,36 Н

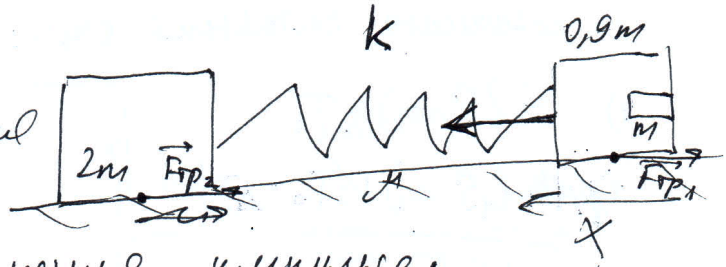
№3

Дано:

2m
0,9m
0,1m
μ
k

v - ?

Решение:



Для абсолютно неупругого взаимодействия пули и правого бруска

Записываем закон сохранения импульса:

$x: 0{,}1m\,v = (0{,}9m + 0{,}1m)\,u$, где u - скорость пули и бруска после удара

$u = \frac{v}{10}$ ⊕ 10

По теореме об изменении кинет. энергии:

$\Delta E_k = \sum A_F$; до остановки правого бруска (с пулей):

работа сил трения.

$-\frac{m \cdot v^2}{200} = -\mu m g x - \frac{kx^2}{2}$, где x - сжатие пружины

знаки

$mv^2 = 200\mu mgx + 100kx^2$ (1)

На левый брусок действует сила упругости пружины, он сдвинется, если максимальная сила трения покоя ~~равна~~ равная силе упругости:

⊕ $2\mu mg = kx$; $x = \frac{2\mu mg}{k}$ → в (1):

$mv^2 = 200\mu mg + \frac{100 \cdot 4(\mu mg)^2}{k}$ —

$v^2 = 200\mu g + \frac{400m(\mu g)^2}{k}$

$v = \sqrt{200\mu g\left(\frac{2m\mu g}{k} + 1\right)}$ → Ответ.

№4

Дано:

$t_0 = 27°C$; $T_0 = 300K$

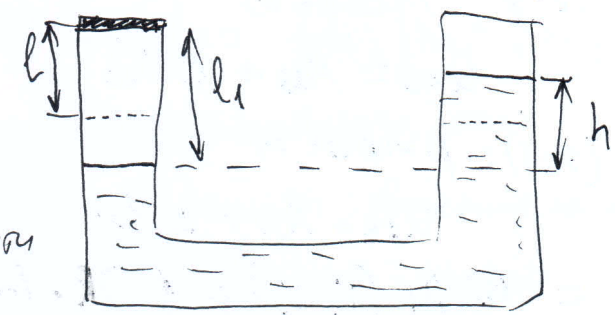
$l = 50$ см

$\Delta t = 14°C$; $\Delta T = 14K$

$H = 750$ мм рт. ст.

Решение:

Обозначим за h разность уровней ртути после нагревания



Запишем законы Клапейрона – Менделеева для начального и конечного состояния газа: (S-площадь колена, ν-кол-во вещества, l_1 – новая длина столба воздуха)

1) $H l S = \nu R T_0$

2) $p_1 l_1 S = \nu R (T_0 + \Delta T)$ | :

$$\frac{H \cdot l}{p_1 \cdot l_1} = \frac{T_0}{T_0 + \Delta T}$$

давление 750 мм рт.ст. → соответствует столб ртути высотой 750 мм; новому давлению p_1 соответствует столб ртути высотой $H_1 = 750 \text{ мм} + h$; $h_2 = 750$ мм

$l_1 = l + \frac{h}{2}$

$$\frac{(h_2 + h)\left(l + \frac{h}{2}\right)}{h_2 l} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0}$$

$$\frac{h_2 l + hl + \frac{h^2}{2} + \frac{h_2 h}{2}}{h_2 l} = \frac{T_0 + \Delta T}{T_0}$$

$$h_2 l + h\left(l + \frac{h_2}{2}\right) + \frac{h^2}{2} = \frac{(T_0 + \Delta T) h_2 l}{T_0}$$

подставим в метрах известные длины

$$0{,}75 \cdot 0{,}5 + h \cdot 0{,}875 + 0{,}5 \cdot h^2 = \frac{314}{300} \cdot 0{,}75 \cdot 0{,}5 \;|\cdot 2$$

$$h^2 + 1{,}75h + 0{,}75 - \frac{157}{150} \cdot 0{,}75 = 0.$$

найдем отсюда h вычисление?

Ответ: $h = 4$ см

№5

Дано:

$i = 3$

$\left|\frac{A_{23}}{A_{12}}\right| = 1{,}8484$

η – ?

Решение:

$\eta = 1 - \frac{Q_{хол}}{Q_{нагр}}$, где $Q_{хол}$ – тепло, выделенное в цикле

$Q_{нагр}$ – тепло, поглощаемое в цикле.

Запишем I начало ТД:

(1-2): $Q_{12} = A_{12} + \Delta U_{12}$

$Q_{12} = A_{12} + \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_0$

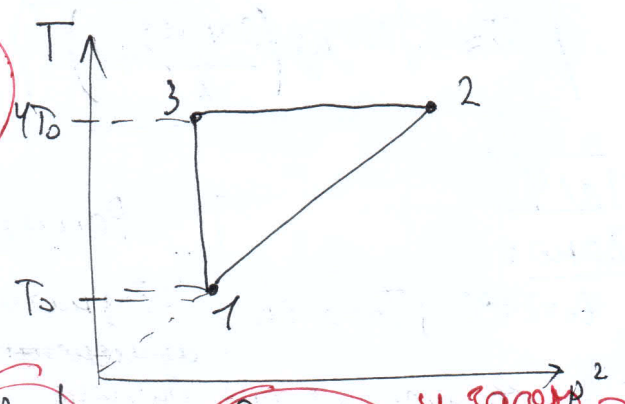
(2-3): $T = const \Rightarrow$

$Q_{23} = A_{23} + \Delta U_{23}^{=0}$

(3-1): $p = const \Rightarrow$

$Q_{31} = A_{31} + \Delta U_{31} =$

$= p_1 (V_1 - V_3) + \frac{3}{2} \nu R \cdot (-3T_0)$.



$\left|\frac{A_{23}}{A_{12}}\right| = \xi = \frac{Q_{23}}{Q_{12} - \frac{3}{2} \nu R \cdot 3T_0}$ и далее это?