

601820

Шифр _____
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету физика
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Влашкин Роберт Игоревич

Город, № школы (образовательного учреждения) Санкт-Петербург,

лицей "РЛЭШ" 10

Регистрационный номер 9567

Вариант задания _____

Дата проведения «22» февраля 2021г.

Подпись участника РБ

шестьдесят три

601820

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Всего
10	10	0	16	0	16	1				53

320

Шифр _____
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

Вариант № 4

N1

Пусть камень брошен с расстояния L от палыки, а высота палыки h , камень брошен со скоростью v под углом α .
Пусть через время t камень попадет в бананки, тогда должны выделиться равенства:

$$h - \frac{gt^2}{2} = v \sin \alpha \cdot t - \frac{gt^2}{2}$$

$$L = v \cos \alpha \cdot t$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{L} \text{ (так как изначально вектор скорости направлен на вершину палыки)}$$

Проверим, не противоречат ли эти равенства друг другу:

$$L = v \cos \alpha \cdot t \Rightarrow t = \frac{L}{v \cos \alpha} \quad h = v \sin \alpha \cdot t \Rightarrow h = L \cdot \tan \alpha, \tan \alpha = \frac{h}{L} \Rightarrow t = T$$

Ответ: бананки улетят локоть в бананки

N2

Запишем уравнение Менделеева-Клапейрона для газа над поверхностью планеты:

$$pV = \nu RT$$

давление газа $p = \rho gh$, ρ - плотность газа, $\rho = \frac{\nu \cdot M}{V}$ (так как атмосфера незначительной плотности)

$$p = \frac{\nu M gh}{V} \quad pV = \nu M gh = \nu RT \Rightarrow T = \frac{M gh}{R}$$

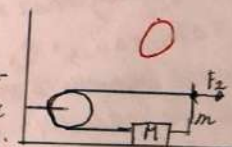
$$\text{Ответ: } T = \frac{M gh}{R}$$

10

N3

Сила упругости и сила тяжести в обоих случаях должны быть равны и та же (она равна силе сопротивления движению); во II случае человек действует на эликс с силой mg и эликс действует на эликс с силой F_2 ; составим уравнение:

$$F_1 = F_2 + mg, \text{ тогда } F_2 = F_1 - mg$$



Ответ: $F_2 = F_1 - mg$

№9

Пусть в некоторой точке С сила натяжения веревки T этой силой правая часть веревки тянется влево, а левая тянется вправо.

Пусть m — масса левой части веревки, тогда масса правой части — $3m$. Пусть на левую часть веревки действует в точке А сила T_A под углом α к вертикали, а на правую часть веревки в точке В сила T_B под углом β к вертикали. Как как веревка находится в равновесии, силы должны быть уравновешены, действующие:

на левую часть веревки по вертикали: $T_A \cos \alpha = mg$ (1)
и по горизонтали: $T_A \sin \alpha = T$ (2)

на правую часть веревки по вертикали: $T_B \cos \beta = 3mg$ (3)
и по горизонтали: $T_B \sin \beta = T$ (4)

Из (1) и (3): $\frac{\cos \alpha}{\cos \beta} = \frac{T_B}{3T_A} \Rightarrow \cos \alpha = \frac{T_B \cos \beta}{3T_A}$ (5)

Из (2) и (4): $\frac{\sin \alpha}{\sin \beta} = \frac{T_B}{T_A} = \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \alpha}}{\sqrt{1 - \cos^2 \beta}} \Rightarrow \frac{T_B^2}{T_A^2} = \frac{1 - \cos^2 \alpha}{1 - \cos^2 \beta}$ подставив значение $\cos \alpha$ из (5):
 $\frac{T_B^2}{T_A^2} = \frac{1 - \frac{T_B^2 \cos^2 \beta}{9T_A^2}}{1 - \cos^2 \beta} \Rightarrow 8T_B^2 \cos^2 \beta = 9(T_B^2 - T_A^2) \Rightarrow \cos^2 \beta = \frac{9(T_B^2 - T_A^2)}{8T_B^2} \Rightarrow$

$\cos^2 \beta = \frac{9 \cdot (19 - 9)}{8 \cdot 99} = \frac{45}{99} \Rightarrow \sin^2 \beta = 1 - \cos^2 \beta = \frac{4}{9} \Rightarrow \sin \beta = \frac{2}{3}$

$T = T_B \sin \beta = 7 \cdot \frac{2}{3} = 2 \text{ (Н)}$

Ответ: $T = 2 \text{ Н}$

№16

работа газа в I цикле: $A'_{123} = A'_{12} + A'_{23} + A'_{31}$
 $A'_{12} = 0$ ($\Delta V_{12} = 0$)

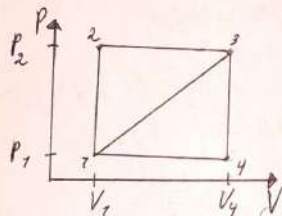
$A'_{23} = A'_{31} = P_2(V_2 - V_1) + \frac{P_2 + P_1}{2} \cdot (V_1 - V_2) = \frac{P_2 - P_1}{2} (V_2 - V_1)$

$A'_{31} = \frac{P_2 + P_1}{2} (V_1 - V_2) + \frac{P_2 - P_1}{2} (V_2 - V_1) = 0$ (так как график 1-3 — прямая)

1-3 — прямая $\Rightarrow P_2 \frac{P_1}{V_1} = \frac{P_2}{V_2} \Rightarrow P_2 = P_1 \frac{V_1}{V_2}$
 $A'_{123} = P_2(V_2 - V_1) - \frac{P_2(V_2^2 - V_1^2)}{2V_1} = P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_1}$

теплота, приведенная к газу в I цикле: $Q_{123} = Q_{12} + Q_{23}$ ($Q_{31} < 0$, т.к. $P_1, V_1 < P_2, V_2$)
 $Q_{123} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} + A'_{123} = C_V \nu (T_2 - T_1) + C_V \nu (T_3 - T_2) + A'_{123}$

изменение внутренней энергии газа $\Delta U = C_V \nu \Delta T$, где C_V — теплоемкость газа при постоянном объеме. По уравнению Менделеева-Клапейрона $PV = \nu RT$
 $Q_{123} = \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + P_2 (V_2 - V_1) = P_2 (V_2 - V_1) + \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1)$



работа во II цикле: $A'_{1347} = A'_{13} + A'_{34} = \frac{P_2(V_2 - V_1)}{2} - P_2 \frac{V_2 - V_1}{V_2} = \frac{P_2(V_2 - V_1)^2}{2V_2}$

теплота, переданная газу во II цикле: $Q_{1347} = Q_{13} + Q_{34} + Q_{47}$ ($Q_{34} < 0$)

$Q_{1347} = A'_{1347} + \Delta U_{13} = \frac{(P_1 + P_2)(V_2 - V_1)}{2} + \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) = \frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_2}$

запишем формулы для КПД:

$\eta_1 = \frac{A'_{1237}}{Q_{1237}} = \frac{P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_2}}{\frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_2}} \Rightarrow V_2 = V_1 \frac{2 \cdot \frac{C_V}{R} \eta_1 + 1}{1 - 2 \eta_1 (\frac{C_V}{R} + 1)}$ (1)

$\eta_2 = \frac{A'_{1347}}{Q_{1347}} = \frac{P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_2}}{\frac{C_V}{R} (P_2 V_2 - P_1 V_1) + P_2 \frac{(V_2 - V_1)^2}{2V_2}} = \frac{V_2 - V_1}{(V_2 + V_1) (\frac{2C_V}{R} + 1)} \Rightarrow V_2 - V_1 = \eta_2 (V_2 + V_1) (2 \frac{C_V}{R} + 1)$ (2)

Подставим в (2) V_2 из (1): $2 \eta_1 \cdot (2 \frac{C_V}{R} + 1) = \eta_2 (2 \frac{C_V}{R} + 1) \cdot 2 (1 - \eta_1) \Rightarrow \eta_2 = \frac{\eta_1}{1 - \eta_1}$ ✓

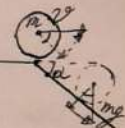
Ответ: КПД цикла 1347 $\eta_2 = 0,4$ ✓

16

Пусть масса стержня m , тогда его центр масс находится на расстоянии $\frac{m}{2}$ от основания.

Проекция силы тяжести, перпендикулярная плоскости θ — $mg \cos \theta$. Тогда ускорение центра стержня, перпендикулярное наклонной плоскости $g \cos \theta$, величина, которую координатная система будет считать $t = 2 \frac{V \sin \theta}{g \cos \theta} = \frac{2V \sin \theta}{g}$

должно быть криволинейным $\Rightarrow a \neq 0$
Ответ: минимальный угол θ больше 0 .



0

601820

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

Шифр

заполняется ответственным
секретарем приемной комиссии

Вариант № 10.2

Ситуационная задача

Пусть длина прута при температуре 20°C L_1 , измеренная линейкой при этой же температуре прута L_2 и линейки S_1 , измеренная линейкой при 200°C , та же длина, измеренная линейкой температуры 20°C L_2' , длина линейки 200°C , измеренная линейкой 20°C S_2 , коэффициент теплового расширения бруска k_S , разность температур Δt .

$$k_S \cdot \Delta t = (L_2' - L_1) \quad \text{Расширение?}$$

$$k_m \cdot \Delta t = (S_2 - S_1) \Rightarrow S_2 = S_1 + k_m \cdot \Delta t$$

При 200°C расстояние между параллельными делениями линейки увеличилось в $\frac{S_2}{S_1}$ раз, поэтому та же длина, измеренная линейкой при 20°C будет в $\frac{S_2}{S_1}$ раз больше делений $\Rightarrow L_2' = \frac{S_2}{S_1} \cdot L_2 = \frac{S_1 + k_m \Delta t}{S_1} \cdot L_2$

$$k_S = \frac{L_2' - L_1}{\Delta t} = \frac{(S_1 + k_m \Delta t) L_2}{S_1 \Delta t} - \frac{L_1}{\Delta t} \Rightarrow k_S = \frac{(1 + 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 180) \cdot 0,1527}{1} - 0,151$$

Ответ: коэффициент линейного теплового расширения прута $k_S = 7,936 \cdot 10^{-6} \text{ } ^{\circ}\text{C}^{-1}$