Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана

Шифр 829032
(заполняется ответственным секретарем приемной комиссии)

ПИСЬМЕННАЯ РАБОТА
на олимпиаде «Шаг в будущее»

соревнования по образовательному предмету ФИЗИКА
(наименование дисциплины)

Фамилия И.О. участника Шерстюгина Анастасия Андреевна

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

9 класс

Регистрационный номер ШМ9556

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	
20	20	16	20	0						76

829032

Шифр _____

(заполняется ответственным секретарём приёмной комиссии)

Баллино

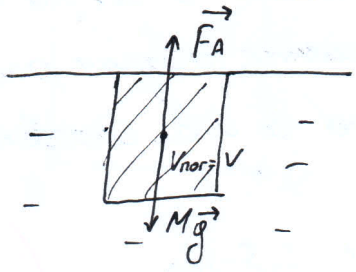
Вариант № 6

№1

Дано:
$V_1 = V_2 = \dots = V_{30} = V$
$m_1 = m$
$m_2 = 2m$
$\vdots$
$m_{30} = 30m$
$\rho_1 = 64{,}5 \frac{кг}{м^3}$
$\rho_в$ - ?

Решение:

Минимальная плотность воды $\rho_в$ будет в том случае, если связка брусков плавает:



1) Условие плавания

$Mg = F_A$, где M - масса связки брусков

2) $M = m_1 + m_2 + \dots + m_{30} = m + 2m + \dots + 30m = 31 \cdot 15m = 465m$

$465mg = \rho_в g V_{пог}$

3) Заметим, что $V_{пог}$ (погруженный объем) равен объему всей связки (т.к. она полностью погружена в воду:

$V_{пог} = V_1 + V_2 + \dots + V_{30} = 30V$ +

$465mg = \rho_в g \cdot 30V \Rightarrow 465m = \rho_в \cdot 30V \Rightarrow \rho_в = 15{,}5 \frac{m}{V}$ +

4) Заметим, что $\frac{m}{V} = \rho_1$ - плотности самого легкого бруска $\Rightarrow$

$\Rightarrow \rho_в = 15{,}5 \rho_1$

$\rho_в = 15{,}5 \cdot 64{,}5 = 999{,}75 \frac{кг}{м^3}$

Ответ: $999{,}75 \frac{кг}{м^3}$

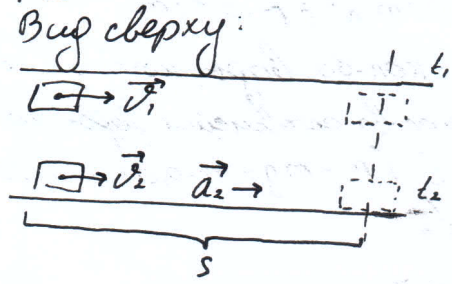
20б

№2

Дано:
$v_1 = 331{,}2 \frac{км}{ч}$
$v_2 = 360 \frac{км}{ч}$
$t_0 = 11 с$
S - ?

Решение:

Вид сверху:



1) По условию гонщикам оставалось до финиша одинаковое кол-во километров и приблизились они одновременно:

$S_1 = S_2 = S$

$t_1 = t_2 = t$

2) Переведем $v_1 = 331{,}2 \frac{км}{ч} = 92 \frac{м}{с}$

$v_2 = 360 \frac{км}{ч} = 100 \frac{км}{ч}$

3) Первый (Австрийский) гонщик имеет неизменную скорость $\Rightarrow S_1 = v_1 t_1 \Rightarrow S = v_1 t$

Второй (Итальянский) гонщик движется равноускоренно, найдем ускорение:

$a = \frac{v_2 - v_{02}}{t_0}$, где $v_{02} = 0 \frac{м}{с}$ - начальная скорость итальянского гонщика

$a = \frac{100 - 0}{11} = 9,09 \frac{м}{с^2}$

4) Проверим, какое расстояние S_{01} пройдет австрийский гонщик и S_{02} итальянский гонщик за время t_0:

$S_{01} = v_1 t_0$; $S_{01} = 92 \cdot 11 = 1012$ м

$S_{02} = v_{02} \cdot t_0 + \frac{a t_0^2}{2}$; $S_{02} = 0 \cdot 11 + \frac{9,09 \cdot 11^2}{2} = 549,95$ м

Заметим, что $S_{02} < S_{01} \Rightarrow$ ~~начиная с момент~~ по прошествию 11с гонщики будут ехать со скоростями ~~$v_{1x} = 92 \frac{м}{с}$ и $v_{2x} =$~~ v_1 и v_2

Причем австрийскому гонщику осталось пройти $S - S_{01}$, а итальянскому $S - S_{02}$. Т.к. приходят к финишу одновременно, то время равно.

Обозначим время австрийского и итальянского t_{01} и t_{02} соответственно:

$t_{01} = \frac{S - S_{01}}{v_1}$

$t_{02} = \frac{S - S_{02}}{v_2}$, а т.к $t_{01} = t_{02}$, то $\frac{S - S_{01}}{v_1} = \frac{S - S_{02}}{v_2}$

205

Получаем $\frac{S - 1012}{92} = \frac{S - 549,95}{100}$

$100S - 101200 = 92S - 50595,4$

$8S = 50604,6$

$S = 6325,56$ м $= 6,33$ км

Ответ: 6,33 км

№3

Дано:

$\tau = 10$ мин

$t = 100°C$

$\eta = 1\%$

$t_0 = 25°C$

$P = 3000$ Вт

$m = 5$ кг

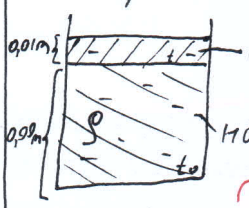
$c = 4200 \frac{Дж}{кг \cdot К}$

$r = 2,3 \cdot 10^6 \frac{Дж}{кг}$

$N - ?$

Решение:

1) Посчитаем, какое кол-во теплоты ~~сколько энергии нужно~~ потребовалось на нагрев и испарение воды:



$Q_1 = c \cdot 0,99m \Delta t + r \cdot 0,01m$

$0,01m$ - кол-во воды, которая испарится ($m \cdot \eta = 0$

$0,99m$ - кол-во оставшейся воды, которая нагреется

~~до t~~ от t_0 до t $(m - m\eta = m - 0,01m = 0,99m)$

Δt расчитаем как $\Delta t = t - t_0$

$Q_1 = 0,99 m c (t - t_0) + 0,01 m r$

~~$Q_1 = 0,99 \cdot 5 \cdot 4200$~~

2) Посчитаем, какое кол-во ~~энергии~~ теплоты выделяет термопот за время τ

$\tau = 10$ мин $= 600$ с

$Q_2 = P\tau$

3) Кол-во теплоты, отданное термопотом в окружающее пространство:

$Q_0 = Q_2 - Q_1 = P\tau - (0{,}99\,mc(t-t_0) + r \cdot 0{,}01m) = P\tau - 0{,}99mc(t-t_0) - 0{,}01mr$

4) Искомая мощность:

$$N = \frac{Q_0}{\tau} = \frac{P\tau - P\tau - 0{,}99mc(t-t_0) - 0{,}01rm}{\tau}$$

5

$$N = \frac{3000 \cdot 600 - 0{,}99 \cdot 5 \cdot 4200(100-25) - 0{,}01 \cdot 2{,}3 \cdot 10^6 \cdot 5}{600} = 209{,}58 \text{ Вт}$$

Ответ: 209,58 Вт

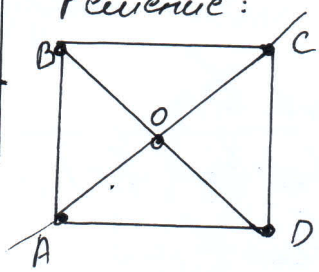
№4

Дано:

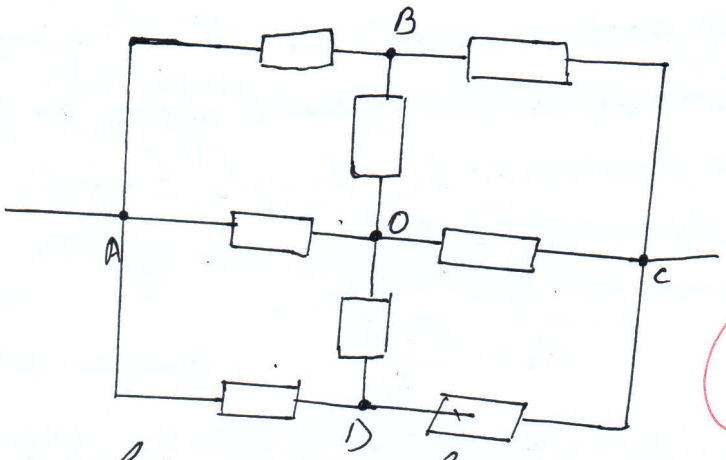
$R = 60$ Ом

R_0 - ?

Решение:

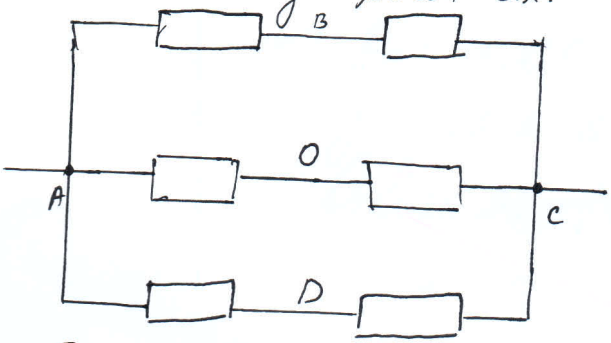


Эквивалентная схема:



20

$\varphi_B = \varphi_0$ и $\varphi_0 = \varphi_D$, т.к. сопротивления одинаковые, то две перемычки BO и OD => убираем их:



Тогда ~~$R_0 =$~~ $R_0 = \frac{2R}{3}$

$R_0 = \frac{2 \cdot 60}{3} = 40$ Ом

Ответ: 40 Ом

№5

Дано:

$v_1 = 8 \frac{км}{ч}$

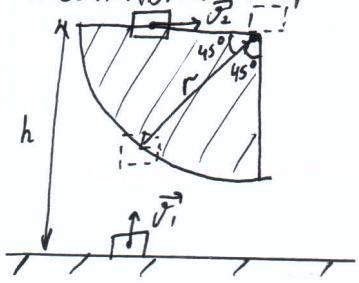
$r = 2{,}5$ км

$S = h = 3$ км

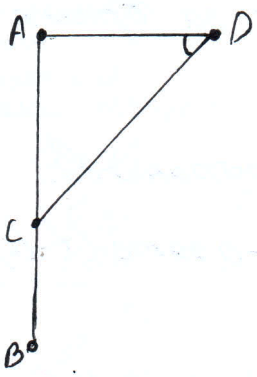
v_2 - ?

Решение:

Максимальная скорость будет в таком случае:



, изобразим следующим образом:



, где $AB = h$, $CD = r$, $\angle ADC = 45°$

Т.к $\triangle ADC$ прямоугольный, то $\angle ACD = 90° - \angle ADC = 90° - 45° = 45°$ => $\triangle ACD$ равнобедренный (т.к. углы при основании равны $\angle ADC = \angle ACD = 45°$)

Тогда по теореме Пифагора:

$$AC^2 + AD^2 = CD^2$$

$$2AC^2 = r^2$$

$$AC = \sqrt{\frac{r^2}{2}}$$

$$AC = \sqrt{\frac{2,5^2}{2}} = 1,77 м$$

Тогда $CB = AB - AC = h - AC$

$$CB = 3 - 1,77 = 1,23 м$$

CB - расстояние, которое прошел кит за время t:

Пусть это расстояние S_1: $S_1 = v_1 t \Rightarrow t = \frac{S_1}{v_1}$ (1), $S_1 = 1,23 м$

AD - расстояние, которое прошло судно за время t:

Пусть это расстояние S_2: $S_2 = v_2 t \Rightarrow t = \frac{S_2}{v_2}$ (2), $S_2 = 1,77 м$

Из (1) и (2): $\frac{S_1}{v_1} = \frac{S_2}{v_2}$

$$v_2 = \frac{v_1 S_2}{S_1}$$, причем $v_1 = 8 \frac{км}{ч} = 2,22 \frac{м}{с}$

$$v_2 = \frac{2,22 \cdot 1,77}{1,23} = 3,19 \frac{м}{с}$$

Ответ: $3,19 \frac{м}{с}$