

Физика. 7 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 1

1) Два самолета летят на встречу друг другу. График зависимости расстояния между самолетами от времени $L(t)$ представлен на рисунке 1. График зависимости пройденного пути от времени для первого самолета представлен на рисунке 2. Какова средняя скорость второго самолета? Ответ дать в системе единиц СИ.

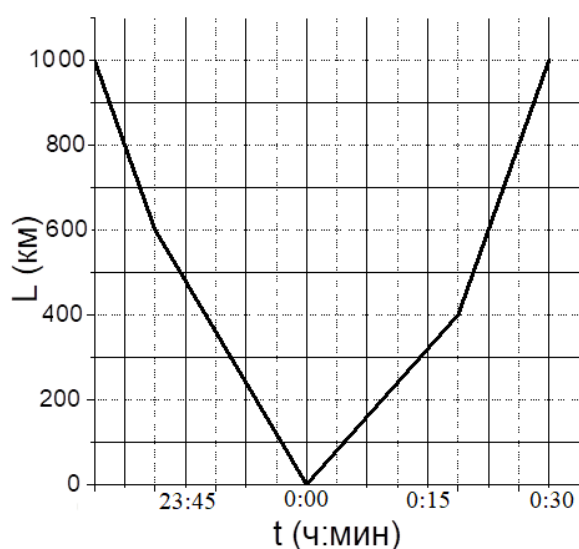


Рисунок 1

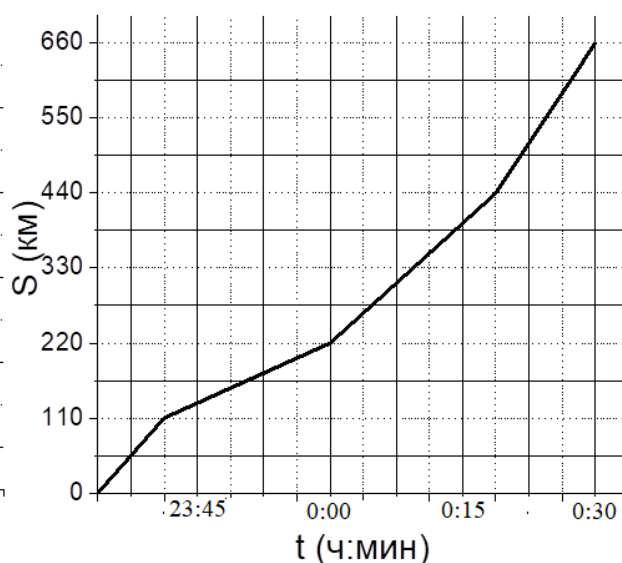


Рисунок 2

Решение:

1. Средняя скорость второго самолета:

$$V^{2ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 3 \text{ балла}$$

Где индексы 1, 2, 3, 4 – номера участков полета длиной S и временем t .

2. Длины S второго самолета на участках найдем:

$$V_1^{1ro} t_1 + S_1 = \Delta L_1, \quad S_1 = \Delta L_1 - V_1^{1ro} t_1 = 400 \text{ км} - 110 \text{ км} = 290 \text{ км}$$

2 балла

$$V_2^{1ro} t_2 + S_2 = \Delta L_2, \quad S_2 = \Delta L_2 - V_2^{1ro} t_2 = 600 \text{ км} - 110 \text{ км} = 490 \text{ км}$$

2 балла

$$V_3^{1ro} t_3 + S_3 = \Delta L_3, \quad S_3 = \Delta L_3 - V_3^{1ro} t_3 = 400 \text{ км} - 220 \text{ км} = 180 \text{ км}$$

2 балла

$$V_4^{1ro} t_4 + S_4 = \Delta L_4, \quad S_4 = \Delta L_4 - V_4^{1ro} t_4 = 600 \text{ км} - 220 \text{ км} = 380 \text{ км}$$

2 балла

3. Время участков: $t = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 450 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 675 \text{ с} = 3375 \text{ с}$

2 балла

4. Средняя скорость второго самолета:

$$V^{2ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 397 \text{ м/с} = 1429 \text{ км/ч}$$

Ответ: $V^{2ro} = 397 \text{ м/с} = 1429 \text{ км/ч}$

2 балла

2) Имеется две емкости с разными жидкостями. Из каждой емкости через одинаковые трубки сечением $S = 0.5 \text{ см}^2$ отлили в течение половины минуты жидкости массами $m_1 = 1 \text{ кг}$ и

$m_2 = 3$ кг., со скоростями $v_1 = 0,06$ км/мин и $v_2 = 7,2$ км/ч в третью емкость. Какова плотность ρ получившейся смеси.

Решение:

1 Плотность $\rho = (m_1 + m_2) / (V_1 + V_2)$ 3 балла

2 $V_1 = S v_1 t$ 3 балла

3 $V_2 = S v_2 t$ 3 балла

4 $\rho = (m_1 + m_2) / St (v_1 + v_2)$ 3 балла

Ответ: $\rho = 889$ кг/м³ 3 балла

3) Пассажир поезда направился в вагон ресторан. По первому вагону пассажир шел со скоростью u_1 , а поезд ехал со скоростью $v_1 = 108$ км/ч. По второму вагону пассажир изменил скорость движения (u_2), в то время как скорость поезда увеличилась до $v_2 = 187,2$ км/ч. Оказалось, что расстояние пройденное пассажиром относительно железной дороги увеличилось в два раза. А время перемещения в первом вагоне на 80% меньше чем во втором. Каковы скорости u_1 и u_2 пассажира относительно каждого вагона?

Пассажир идет по направлению движения поезда. Расстоянием между вагонами, временем перехода между вагонами и временем ускорения поезда пренебречь.

Решение:

1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1) 2 балла

2. Тогда $u_1 / u_2 = t_2 / t_1 = 1,25$ (или $u_2 / u_1 = t_1 / t_2 = 0,8$) (2) 2 балла

3. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в первом вагоне $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балла

4. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги во втором вагоне $S_2 = (v_2 + u_2) t_2$ 3 балла

5. Из условия: $S_2 = 2S_1$

то есть $(v_2 + u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 3 балла

6. Подставляя сюда (2), получим $u_1 = 1,25 v_2 - 2v_1$ или $u_2 = (1,25 v_2 - 2v_1) 0,8$ решение уравнения 5 баллов

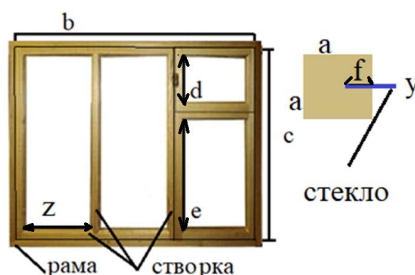
7. $u_2 = u_1 t_1 / t_2 = u_1 0,8$ или $u_1 = u_2 / 0,8$

Ответ

$u_1 = 5$ м/с 1 балл

$u_2 = 4$ м/с 1 балл

4) Определите массу окна m . Ширина каждого из трех проемов z одинакова. Все перекладины створок и рамы квадратные со стороной a . Высота нижнего проема e , верхнего d . Толщина стекла y . Считать что стекло вставлено в прорези в раме строго посередине на глубину f . $a = 3$ см., $b = 1,8$ м., $c = 1,5$ м., $e/d = 2$. $d = 92y = 92 / (3 - f)$. Плотность дерева $\rho_d = 750$ кг/м³. Плотность стекла: $\rho_{ст} = 2,2$ г/см³.



Решение:

1 Определим e и d :

$c = e + d + 2a$, тогда подставляя a и c : $d(1 + d/e) = 1,38$,

2 Получаем: $d = 46$ см,

1 балл

- 3 $e = 92 \text{ см}$ 1 балл
- 4 Толщина стекла $y = d/92 = 0.5 \text{ см}$. 1 балл
- 5 Глубина стекла в прорези: $f = 3 - 1/y = 1 \text{ см}$ 1 балл
- 6 Ширина каждого из трех проемов $z = (b - 5a)/3 = 0,55 \text{ м} = 55 \text{ см}$ 1 балл
- 7 Массу окна определим из: $m = (V_p + V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}}) \cdot \rho_d + V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{ст}}$ 2 балла
- V_p – объем рамы.
 $V_{\text{ств}}$ – объем створки со стеклом,
 $V_{\text{прорези}}$ – объем стекла в прорези.
 $V_{\text{ст}}$ – объем стекла
- 8 $V_p = (b + c + 2a)2a^2 = 0,006 \text{ м}^3 = 6048 \text{ см}^3$. 3 балла
- 9 $V_{\text{ств}} = (5c + 8z)a^2 = 0,0107 \text{ м}^3 = 10710 \text{ см}^3$. 3 балла
- 10 $V_{\text{прорези}} = fy (6d + 6e + 24f + 8a + 8z) = 0,006 \text{ м}^3 = 658 \text{ см}^3$. 3 балла
- 11 $V_{\text{ст}} = zy(3d + 3e + 4a) + V_{\text{прорези}} = 0,0117 \text{ м}^3 = 11715 \text{ см}^3$. 3 балла
- 12 Тогда: $m = (V_p + V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}}) \cdot \rho_d + V_{\text{ст}} \cdot \rho_{\text{ст}} = 12075 \text{ г} + 25773 \text{ г} = 37848 \text{ г} = 38 \text{ кг}$

Ответ: $m = 37848 \text{ г} = 38 \text{ кг}$ 1 балл

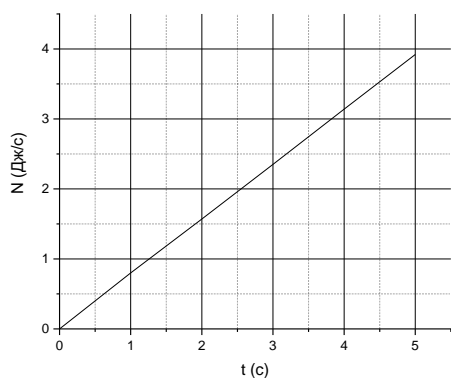
5) Деревянный кубик равномерно, вертикально перемещается в жидкости на $s = 1$ метр. Зависимость работы выталкивающей силы, совершаемой в единицу времени (N), от времени (t) представлена в таблице.

N (Дж/с)	0,8	1,57	2,35	3,14	3,92
t (с)	1	2	3	4	5

Плотность жидкости $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$. Какова сторона кубика a . Ответ дать до десятых.

Решение:

Площадь под графиком зависимости $N(t)$ – работа (A) силы Архимеда



5 баллов

- 2 Площадь треугольника $A = Nt/2$ 3 балла
- 3 Объем кубика $V = a^3$ 2 балла
- 4 Сила Архимеда $F_A = \rho Vg$ Тогда $F_A = \rho g a^3$. 5 баллов
- 5 Так как работа $A = F_A s$, 5 баллов
- 6 То $Nt/2 = F_A s$, 2 балла
- Тогда $\rho g a^3 s = Nt/2$
- 7 Получаем: $a^3 = Nt/(2 \rho g s)$ 5 баллов
- 8 $a = 0,1 \text{ м}$ 3 балла

Ответ: 0,1 м

Физика. 7 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 2

1) Два самолета летят на встречу друг другу. График зависимости расстояния между самолетами от времени $L(t)$ представлен на рисунке 1. График зависимости пройденного пути от времени для второго самолета представлен на рисунке 2. Какова средняя скорость первого самолета? Ответ дать в системе единиц СИ.

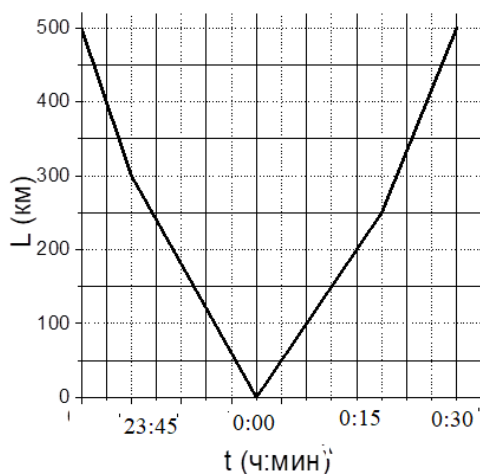


Рисунок 1

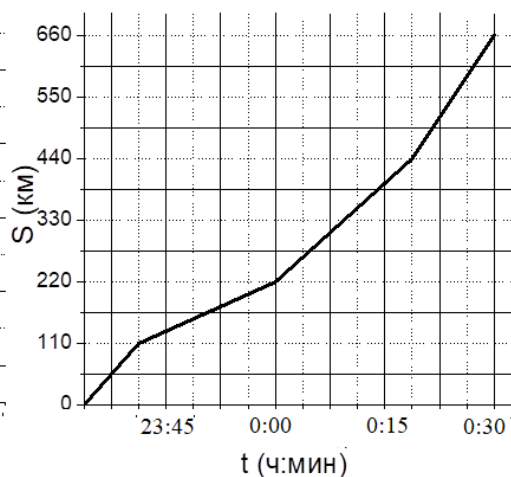


Рисунок 2

Решение:

1 Средняя скорость первого самолета:

$$V^{1ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = \quad 3 \text{ балла}$$

Где индексы 1, 2, 3, 4 – номера участков полета длиной S и временем t .

2 Длины S первого самолета на участках найдем:

$$S_1 + V_1^{2ro} t_1 = \Delta L_1, \quad S_1 = \Delta L_1 - V_1^{2ro} t_1 = 200 \text{ км} - 110 \text{ км} = 90 \text{ км}$$

2 балла

$$S_2 + V_2^{2ro} t_2 = \Delta L_2, \quad S_2 = \Delta L_2 - V_2^{2ro} t_2 = 300 \text{ км} - 110 \text{ км} = 190 \text{ км}$$

2 балла

$$S_3 + V_3^{2ro} t_3 = \Delta L_3, \quad S_3 = \Delta L_3 - V_3^{2ro} t_3 = 250 \text{ км} - 220 \text{ км} = 30 \text{ км}$$

2 балла

$$S_4 + V_4^{2ro} t_4 = \Delta L_4, \quad S_4 = \Delta L_4 - V_4^{2ro} t_4 = 250 \text{ км} - 220 \text{ км} = 30 \text{ км}$$

2 балла

3 Время участков: $t = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 450 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 675 \text{ с} = 3375 \text{ с}$

2 балла

4 Средняя скорость первого самолета:

$$V^{1ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 101 \text{ м/с} = 363 \text{ км/ч}$$

Ответ: $V^{2ro} = 101 \text{ м/с} = 363 \text{ км/ч}$

2 балла

2) Имеется две емкости с разными жидкостями. Из каждой емкости через одинаковые трубки сечением S отлили в течение половины минуты жидкости массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 4 \text{ кг}$, со скоростями $v_1 = 0,06 \text{ км/мин}$ и $v_2 = 7,2 \text{ км/ч}$ в третью емкость. Плотность получившейся смеси $\rho = 0,9 \text{ г/м}^3$. Каково сечение трубки в см^2 .

Решение:

- 1 Плотность $\rho = (m_1 + m_2) / (V_1 + V_2)$ 3 балла
- 2 $V_1 = S v_1 t$ 3 балла
- 3 $V_2 = S v_2 t$ 3 балла
- 4 $S = (m_1 + m_2) / \rho t (v_1 + v_2)$ 3 балла

Ответ: $S = 0.7 \text{ см}^2$ 3 балла

3) Пассажир поезда направился прогуляться по вагону. Сначала он шел по направлению движения поезда со скоростью u_1 , а поезд ехал со скоростью $v_1 = 108 \text{ км/ч}$. При обратном движении пассажир изменил скорость движения (u_2), в то время как скорость поезда увеличилась до $v_2 = 129,6 \text{ км/ч}$. Оказалось, что расстояние пройденное пассажиром, относительно железной дороги, увеличилось в два раза. Время перемещения в обратном направлении от движения поезда на 100% больше, чем в попутном направлении. Каковы скорости u_1 и u_2 пассажира относительно вагона? Временем ускорения поезда пренебречь.

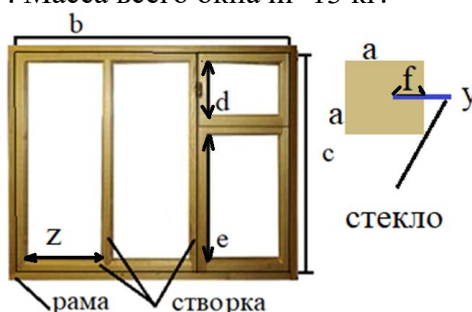
Решение:

1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1) 2 балла
2. Тогда $u_1 / u_2 = t_2 / t_1 = 2$ (или $u_2 / u_1 = t_1 / t_2 = 0,5$) (2) 2 балла
3. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в попутном направлении $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балла
4. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в обратном направлении $S_2 = (v_2 - u_2) t_2$ 3 балла
5. Из условия: $S_2 = 2S_1$
то есть $(v_2 - u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 3 балла
6. Подставляя сюда (2), получим $u_1 = (2v_2 - 2v_1) / 3$ или $u_2 = (v_2 - v_1) / 3$
решение уравнения 5 баллов
7. $u_2 = u_1 t_1 / t_2 = 0,5 u_1$ или $u_1 = 2u_2$

Ответ:

$u_1 = 4 \text{ м/с}$ 1 балл
 $u_2 = 2 \text{ м/с}$ 1 балл

4) Определите плотность стекла в оконной деревянной раме. Ширина каждого из трех проемов z одинакова. Все перекладины створок и рамы квадратные со стороной a . Высота нижнего проема e , верхнего d . Толщина стекла y . Считать что стекло вставлено в прорези в раме строго посередине на глубину f . $a = 3 \text{ см.}$, $b = 1.8 \text{ м.}$, $c = 1.5 \text{ м.}$, $e/d = 2$. $d = 92y = 92 / (3 - f)$. Плотность дерева $\rho_d = 750 \text{ кг/м}^3$. Масса всего окна $m = 13 \text{ кг}$.



Решение:

- 1 Определим e и d :
 $c = e + d + 2a$, тогда подставляя a и c : $d(1 + d/e) = 1,38$, 1 балл
- 2 Получаем: $d = 46 \text{ см}$, 1 балл
- 3 $e = 92 \text{ см}$
- 4 Толщина стекла $y = d / 92 = 0.5 \text{ см}$. 1 балл

- 5 Глубина стекла в прорези: $f=3-1/y=1\text{см}$ 1 балл
 6 Ширина каждого из трех проемов $z=(b-5a)/3=0,55\text{м}=55\text{см}$ 1 балл
 7 Плотность стекла определим из: $(V_p+V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}})*\rho_d + V_{\text{ст}}*\rho_{\text{ст}}=m$ 2 балла
 V_p – объем рамы.
 $V_{\text{ств}}$ – объем створки со стеклом,
 $V_{\text{прорези}}$ - объем стекла в прорези.
 8 $V_p=(b+c+2a)2a^2=0,006\text{м}^3=6048\text{см}^3$. 3 балла
 9 $V_{\text{ств}}=(5c+8z)a^2=0.0107\text{м}^2=10710\text{см}^3$. 3 балла
 10 $V_{\text{прорези}}=fy(6d+6e+24f+8a+8z)=0.006\text{м}^3=658\text{см}^3$. 3 балла
 11 $V_{\text{ст}}=zy(3d+3e+4a)+V_{\text{прорези}}=0.0117\text{ м}^3=11715\text{см}^3$. 3 балла
 12 Тогда: $\rho_{\text{ст}}=(m-(V_p+V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}})*\rho_d)/V_{\text{ст}}=77\text{кг/ м}^3$.

Ответ: $\rho_{\text{ст}}=78\text{кг/ м}^3$. 1 балл

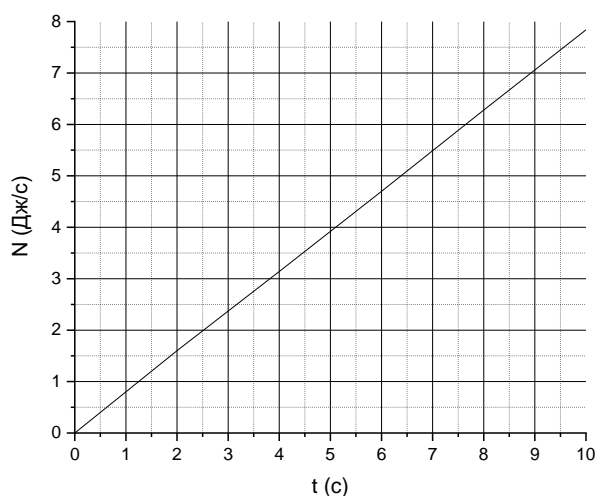
5) Деревянный кубик равномерно, вертикально перемещается в жидкости на $s=1$ метр. Зависимость работы выталкивающей силы, совершаемой в единицу времени (N), от времени (t) представлена в таблице.

N (Дж/с)	1.6	3.14	4.7	6.28	
t (с)	2	4	6	8	10

Сторона кубика $a=16\text{см}$. Какова плотность жидкости ρ . Ответ дать до целых.

Решение:

Площадь под графиком зависимости $N(t)$ – работа (A) силы Архимеда 5 баллов



- 2 Площадь треугольника $A=Nt/2$ 3 балла
 3 Объем кубика $V=a^3$ 2 балла
 4 Сила Архимеда $F_A=\rho Vg$ Тогда $F_A=\rho g a^3$. 5 баллов
 5 Так как работа $A=F_A s$, 5 баллов
 6 То $Nt/2=F_A s$, 2 балла
 Тогда $\rho g a^3 s=Nt/2$
 7 Получаем: $\rho=Nt/(2 a^3 g s)$ 5 баллов
 8 $\rho=976\text{ кг/ м}^3$ 3 балла

Ответ: $\rho=976\text{ кг/ м}^3$

Физика. 7 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 3

1) Два самолета летят на встречу друг другу. График зависимости расстояния между самолетами от времени $L(t)$ представлен на рисунке 1. График зависимости пройденного пути от времени для второго самолета представлен на рисунке 2. Какова средняя скорость первого самолета? Ответ дать в системе единиц СИ.

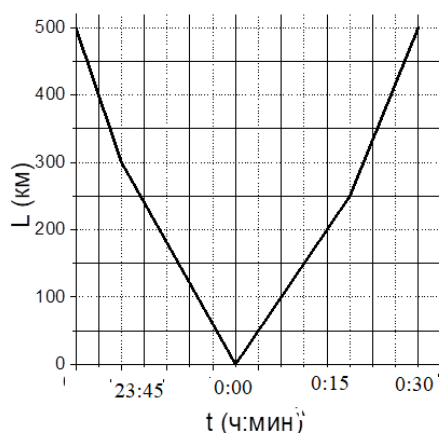


Рисунок 1

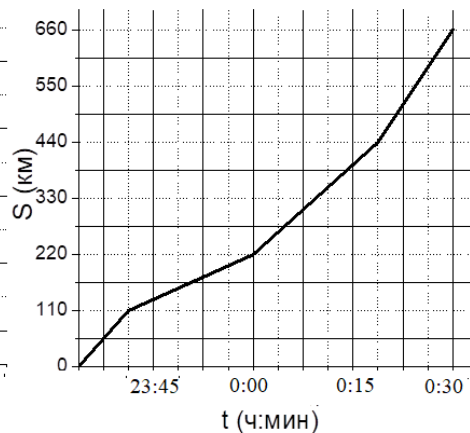


Рисунок 2

Решение:

1 Средняя скорость первого самолета:

$$V^{1ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 3 \text{ балла}$$

Где индексы 1, 2, 3, 4 – номера участков полета длиной S и временем t .

2 Длины S первого самолета на участках найдем:

$$S_1 + V_1^{2ro} t_1 = \Delta L_1, \quad S_1 = \Delta L_1 - V_1^{2ro} t_1 = 200 \text{ км} - 110 \text{ км} = 90 \text{ км}$$

2 балла

$$S_2 + V_2^{2ro} t_2 = \Delta L_2, \quad S_2 = \Delta L_2 - V_2^{2ro} t_2 = 300 \text{ км} - 110 \text{ км} = 190 \text{ км}$$

2 балла

$$S_3 + V_3^{2ro} t_3 = \Delta L_3, \quad S_3 = \Delta L_3 - V_3^{2ro} t_3 = 250 \text{ км} - 220 \text{ км} = 30 \text{ км}$$

2 балла

$$S_4 + V_4^{2ro} t_4 = \Delta L_4, \quad S_4 = \Delta L_4 - V_4^{2ro} t_4 = 250 \text{ км} - 220 \text{ км} = 30 \text{ км}$$

2 балла

$$3 \text{ Время участков: } t = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 450 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 1125 \text{ с} + 675 \text{ с} = 3375 \text{ с}$$

2 балла

4 Средняя скорость первого самолета:

$$V^{1ro} = (S_1 + S_2 + S_3 + S_4) / (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) = 101 \text{ м/с} = 363 \text{ км/ч}$$

Ответ: $V^{2ro} = 101 \text{ м/с} = 363 \text{ км/ч}$

2 балла

2) Имеется две емкости с разными жидкостями. Из каждой емкости через одинаковые трубки сечением $S = 1.1 \text{ см}^2$ отлили в течение одинакового времени t жидкости массами $m_1 = 2 \text{ кг}$ и $m_2 = 4 \text{ кг}$, со скоростями $v_1 = 0.06 \text{ км/мин}$ и $v_2 = 7.2 \text{ км/ч}$. в третью емкость. Плотность получившейся смеси $\rho = 1.1 \text{ г/м}^3$. Каково время t ?

Решение:

1 Плотность $\rho = (m_1 + m_2) / (V_1 + V_2)$ 3 балла

- 2 $V_1 = S v_1 t$ 3 балла
 3 $V_2 = S v_2 t$ 3 балла
 4 $t = (m_1 + m_2) / \rho S (v_1 + v_2)$ 3 балла

Ответ: $t = 16.5$ с 3 балла

3) Пассажир поезда направился в вагон ресторан. По первому вагону пассажир шел время t_1 , а поезд ехал со скоростью $v_1 = 108$ км/ч. По второму вагону пассажир шел время t_2 , в то время как скорость поезда увеличилась до $v_2 = 187,2$ км/ч. Оказалось, что расстояние пройденное пассажиром относительно железной дороги увеличилось в два раза. А скорость перемещения во втором вагоне u_2 на 80% меньше чем в первом u_1 . Каково время движения t_1 и t_2 пассажира в каждом вагоне, если длина вагона $l = 25$ м?

Пассажир идет по направлению движения поезда. Расстоянием между вагонами, временем перехода между вагонами и временем ускорения поезда пренебречь.

Решение:

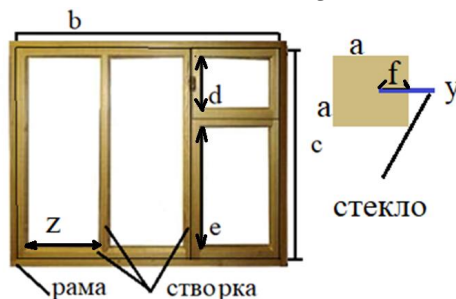
1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1) 2 балла
2. Тогда $u_1 / u_2 = t_2 / t_1 = 1.25$ (или $u_2 / u_1 = t_1 / t_2 = 0,8$) (2) 2 балла
3. Расстояние пройденное пассажиром относительно железной дороги в первом вагоне $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балла
4. Расстояние пройденное пассажиром относительно железной дороги во втором вагоне $S_2 = (v_2 + u_2) t_2$ 3 балла
5. Из условия: $S_2 = 2S_1$
то есть $(v_2 + u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 3 балла
6. Подставляя сюда (2), получаем $u_1 = 1,25 v_2 - 2v_1$ или $u_2 = (1,25 v_2 - 2v_1) 0,8$
решение уравнения 5 баллов
7. Тогда $t_1 = l / u_1$, а $t_2 = l / u_2$.

Ответ

$t_1 = 5$ с 1 балл

$t_2 = 6.25$ с 1 балл

4) Определите плотность дерева в оконной деревянной раме. Ширина каждого из трех проемов z одинакова. Все перекладины створок и рамы квадратные со стороной a . Высота нижнего проема e , верхнего d . Толщина стекла y . Считать что стекло вставлено в прорези в раме строго посередине на глубину f . $a = 3$ см., $b = 1.8$ м., $c = 1.5$ м., $e/d = 2$. $d = 92y = 92/(3-f)$. Плотность стекла $\rho_{ст} = 2,5$ г/см³. Масса всего окна $m = 13$ кг.



Решение:

1 Определим e и d :

$c = e + d + 2a$, тогда подставляя a и c : $d(1 + d/e) = 1,38$,

2 Получаем: $d = 46$ см,

1 балл

3 $e = 92$ см

1 балл

4 Толщина стекла $y = d/92 = 0.5$ см.

1 балл

5 Глубина стекла в прорези: $f = 3 - 1/y = 1$ см

1 балл

- 6 Ширина каждого из трех проемов $z=(b-5a)/3=0,55\text{м}=55\text{см}$ 1 балл
- 7 Плотность стекла определим из: $(V_p+V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}})*\rho_d + V_{\text{ст}}*\rho_{\text{ст}}=m$ 2 балла
- V_p – объем рамы.
 $V_{\text{ств}}$ – объем створки со стеклом,
 $V_{\text{прорези}}$ - объем стекла в прорези.
- 9 $V_p=(b+c+2a)2a^2=0,006\text{м}^3=6048\text{см}^3$. 3 балла
- 10 $V_{\text{ств}}=(5c+8z)a^2=0.0107\text{м}^2=10710\text{см}^3$. 3 балла
- 11 $V_{\text{прорези}}=fy(6d+6e+24f+8a+8z)=0.006\text{м}^3=658\text{см}^3$. 3 балла
- 12 $V_{\text{ст}}=zy(3d+3e+4a)+V_{\text{прорези}}=0.0117\text{м}^3=11715\text{см}^3$. 3 балла
- 13 Тогда: $\rho_d=(m- V_{\text{ст}}*\rho_{\text{ст}}) / (V_p+V_{\text{ств}} - V_{\text{прорези}})=805\text{ г/ см}^3$.

Ответ: $\rho_d = 805\text{ г/ см}^3$. 1 балл

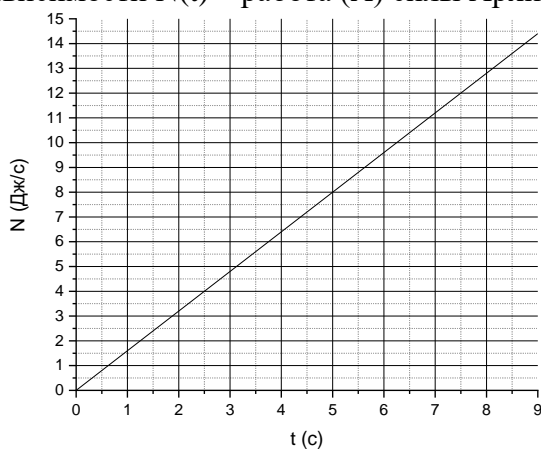
5) Деревянный кубик равномерно, вертикально перемещается в жидкости. Зависимость работы выталкивающей силы, совершаемой в единицу времени (N), от времени (t) представлена в таблице.

N (Дж/с)	1,6	4,8	8	11,2	14,4
t (с)	1	3	5	7	9

Сторона кубика $a=16\text{ см}$. Плотность жидкости $\rho=1000\text{ кг/м}^3$. На сколько переместился кубик. Ответ дать до десятых

Решение:

1 Площадь под графиком зависимости N(t) – работа (A) силы Архимеда 5 баллов



- 2 Площадь треугольника $A = Nt/2$ 3 балла
- 3 Объем кубика $V=a^3$ 2 балла
- 4 Сила Архимеда $F_A = \rho Vg$ Тогда $F_A = \rho g a^3$. 5 баллов
- 5 Так как работа $A=F_A s$, 5 баллов
- 6 То $Nt/2 = F_A s$, 2 балла
- Тогда $\rho g a^3 s = Nt/2$
- 7 Получаем: $s = Nt/(2 a^3 g \rho)$ 5 баллов
- 8 $s = 1,6\text{ м}$ 3 балла

Ответ: $s = 1.6\text{ м}$

Физика. 8 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 1

Задание 1.

Решение.

1 За промежуток времени Δt за счёт испарения с поверхности образуется объём пара $V = S v \Delta t$
4 балла

2 Масса пара $\Delta m = \rho S v \Delta t$. 1 балл

3 На его образование будет затрачено количество тепла
 $\Delta Q = L \Delta m = L \rho S v \Delta t$, 3 балла

которое отнимается от тосола, вызывая его охлаждение.

4 Охлаждение тосола на $\Delta T = \Delta Q / (mC) = L \rho S v \Delta t / (mC)$. 3 балла

5 Отсюда скорость паров составит $v = mC \Delta T / \Delta t L \rho S$ 3 балла

Ответ: $v = 3$ см/с 1 балл.

Задание 2.

Решение

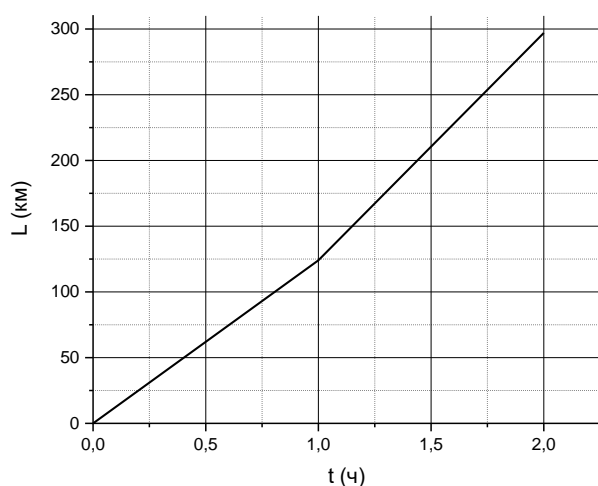


Рисунок 1

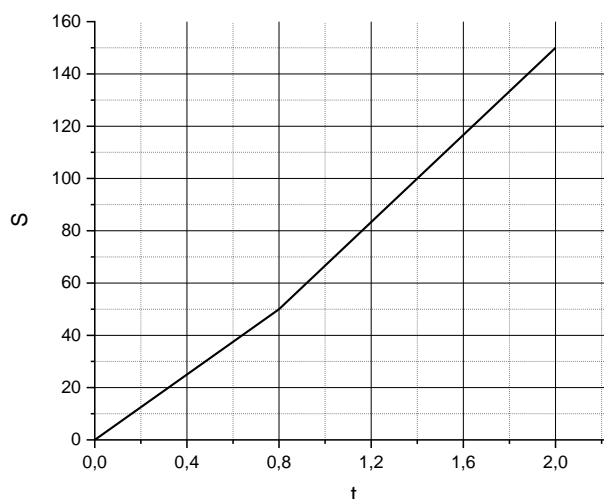


Рисунок 2

1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1), тогда $t_1 = l / u_1$, а $t_2 = l / u_2$. 2 балла

2. Из рисунка 1: $t_2 / t_1 = u_1 / u_2 = 1,5$ (или $t_1 / t_2 = u_2 / u_1 = 0,66$) (2)

$u_2 = u_1 t_1 / t_2$ или $u_1 = u_2 t_2 / t_1$ 6 баллов

3 Из рисунка 2: $v_1 = 124$ км/ч = 34,5 м/с, $v_2 = 173$ км/ч = 48 м/с 2 балла

4. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в первом вагоне $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балла

5. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги во втором вагоне $S_2 = (v_2 + u_2) t_2$ 3 балла

6. Из рисунка 1: $S_2 = 2S_1$, то есть $(v_2 + u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 2 балла

7 Подставляя сюда (2), получим $u_1 = t_2 v_2 / t_1 - 2v_1$ или $u_2 = (t_2 v_2 / t_1 - 2v_1) t_1 / t_2$

решение уравнения 5 баллов

Ответ: $t_1 = 8$ с 1 балл $t_2 = 12$ с 1 балл

Задание 3.

Решение:

- 1 Потенциальная энергия капли $E_{\text{п}}=mgh$ 3 балла
 2 При ударе капли о землю на нагрев идет $E= \eta mgh$ 3 балла
 3 Энергия на нагревание воды $Q=mc\Delta T$ 3 балла
 4 $E= Q, \eta mgh= mc\Delta T$ 3 балла
 5 Тогда $\Delta T= \eta gh/c=46,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 3 балла

Ответ: $\Delta T= 2.3 \text{ }^{\circ}\text{C}$

Задание 4.

Решение:

- 1 Запишем условие равновесия стержня до погружения тел в воду $\rho_1 V_1 = 3 \rho_2 V_2$ 2 балла
 2 и после их погружения $3(\rho_1 - \rho_0)V_1 = (\rho_2 - \rho_0) V_2$
 Здесь V_1, V_2 — объемы тел, а ρ_0 — плотность воды. 2 балла
 3 Отыскивая из первой формулы отношение объемов тел $V_1/ V_2 = 3 \rho_2 / \rho_1 = 9$ 3 балла
 4 подставляем его во вторую формулу и приходим к уравнению $27\rho_1 - \rho_2 = 26\rho_0$ 4 балла

Решая это уравнение совместно с условием $\rho_2 / \rho_1 = 3$, окончательно находим

Ответ: $\rho_1 = 13\rho_0/12$ и $\rho_2 = 13\rho_0/4$ 4 балла

Задание 5.

Решение:

- 1 Мощность насоса $P=A/t$. 3 балла
 2 Работа насоса расходуется на сообщение воде кинетической энергии и на подъем воды:
 $A=E= \Delta E_{\text{к}}+\Delta E_{\text{п}}$ 3 балла
 3 Кинетическая энергия $\Delta E_{\text{к}}=E_{\text{к}2}-E_{\text{к}1}= E_{\text{к}2},=mv^2/2$ так как $E_{\text{к}1}=0$ 5 баллов
 4 Масса воды: $m=\rho V= \rho Sh/2$ 3 балла
 5 Скорость движения воды найдем из: $svt=V= Sh/2$, тогда $v =Sh/2st$, 5 баллов
 6 Потенциальная энергия – изменение энергии из центра тяжести до верхнего уровня бассейна
 $\Delta E_{\text{п}}=3mg/4$ 5 баллов
 7 Подставляем:
 $A=E=\Delta E_{\text{к}}+\Delta E_{\text{п}}=mv^2/2+3mgh/4=$
 $= \rho Sh (Sh/2st)^2/4+3\rho Sgh^2 /8=$
 $= \rho(Sh)^3 /16(st)^2+3\rho Sgh^2 /8$ 2 балла
 8 Мощность насоса $P= \rho(Sh)^3 /16t(st)^2+3\rho Sg h^2/8t= \rho Sh^2 (hS^2 /2(st)^2+3g)/8t$ 2 балла

Ответ: $P=116\text{Вт}$ 2 балла

Физика. 8 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 2

Задание 1.

Решение.

1 За промежуток времени Δt за счёт испарения с поверхности образуется объём пара $V = S v \Delta t$ 4 балла

2 Масса пара $\Delta m = \rho S v \Delta t$. 1 балл

3 На его образование будет затрачено количество тепла $\Delta Q = L \Delta m = L \rho S v \Delta t$, 3 балла

которое отнимается от тосола, вызывая его охлаждение.

4 Охлаждение тосола на $\Delta T = \Delta Q / (mC) = L \rho S v \Delta t / (mC)$. 3 балла

5 Отсюда скорость паров составит $m = L \rho S v \Delta t / \Delta T C$ 3 балла

Ответ: $m = 5$ кг. 1 балл

Задание 2.

Решение

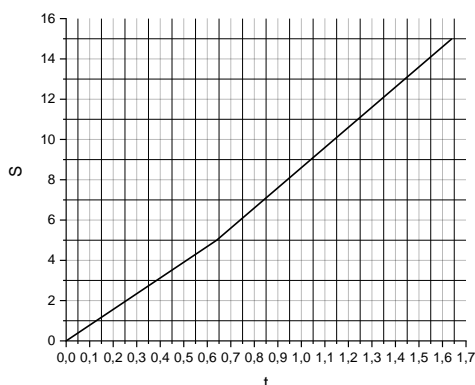


Рисунок 1

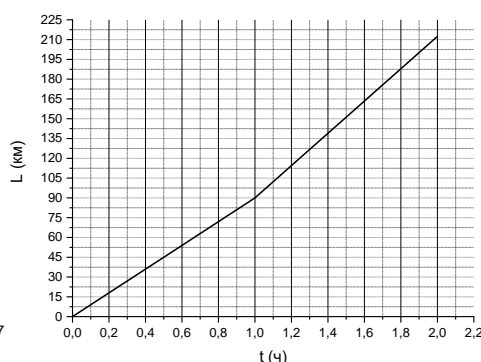


Рисунок 2

1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1) 2 балла

2. Из рисунка 1: $t_2 / t_1 = u_1 / u_2 = 1.56$ (или $t_1 / t_2 = u_2 / u_1 = 0,64$) (2)

$u_2 = u_1 t_1 / t_2$ или $u_1 = u_2 t_2 / t_1$ 6 баллов

3 Из рисунка 2: $v_1 = 90 \text{ км/ч} = 25 \text{ м/с}$, $v_2 = 122 \text{ км/ч} = 34 \text{ м/с}$ 2 балла

4. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в первом вагоне $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балла

5. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги во втором вагоне $S_2 = (v_2 + u_2) t_2$ 3 балла

6. Из рисунка 1: $S_2 = 2S_1$, то есть $(v_2 + u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 2 балла

7 Подставляя сюда (2), получим $u_1 = t_2 v_2 / t_1 - 2v_1$ или $u_2 = (t_2 v_2 / t_1 - 2v_1) t_1 / t_2$
решение уравнения 5 баллов

Ответ: $u_1 = 3$ м/с 1 балл

$u_2 = 2$ м/с 1 балл

Задание 3.

Решение:

- 1 Потенциальная энергия капли $E_{\text{п}}=mgh$ 3 балла
 2 При ударе капли о землю на нагрев идет $E=\eta mgh$ 3 балла
 3 Энергия на нагревание воды $Q=mc\Delta T$ 3 балла
 4 $E=Q, \eta mgh=mc\Delta T$ 3 балла
 5 Тогда $\eta=c\Delta T/gh$ 3 балла
Ответ: $\eta = 21\%$

Задание 4.

Решение:

- 1 Запишем условие равновесия стержня до погружения тел в воду $2\rho_1 V_1 = 3\rho_2 V_2$ 2 балла
 2 и после их погружения $3(\rho_1 - \rho_0)V_1 = 2(\rho_2 - \rho_0)V_2$
 Здесь V_1, V_2 — объемы тел, а ρ_0 — плотность воды. 2 балла
 3 Отыскивая из первой формулы отношение объемов тел $V_1/V_2 = 3\rho_2/2\rho_1 = 3$ 3 балла
 4 подставляем его во вторую формулу и приходим к уравнению $9\rho_1 - 2\rho_2 = 7\rho_0$ 4 балла

Решая это уравнение совместно с условием $\rho_2 / \rho_1 = 2$, окончательно находим

Ответ: $\rho_1 = 7\rho_0/5$ и $\rho_2 = 14\rho_0/5$. 4 балла

Задание 5.

Решение:

- 1 Мощность насоса $P=A/t$. 3 балла
 2 Работа насоса расходуется на сообщение воде кинетической энергии и на подъем воды: $A=E=\Delta E_{\text{к}}+\Delta E_{\text{п}}$ 3 балла
 3 Кинетическая энергия $\Delta E_{\text{к}}=E_{\text{к}2}-E_{\text{к}1}=E_{\text{к}2}=mv^2/2$ так как $E_{\text{к}1}=0$ 5 баллов
 4 Масса воды: $m=\rho V=\rho Sh/2$ 3 балла
 5 Скорость движения воды найдем из: $svt=V=Sh/2$, тогда $v=Sh/2st$, 5 баллов
 6 Потенциальная энергия – изменение энергии из центра тяжести до верхнего уровня бассейна $\Delta E_{\text{п}}=3mgh/4$ 5 баллов
 7 Подставляем:
 $A=E=\Delta E_{\text{к}}+\Delta E_{\text{п}}=mv^2/2+3mgh/4=\rho Sh (Sh/2st)^2/4+3\rho Sgh^2/8=\rho(Sh)^3/16(st)^2+3\rho Sgh^2/8$ 2 балла
 8 Плотность жидкости
 $P=\rho(Sh)^3/16t(st)^2+3\rho Sg h^2/8t=\rho Sh^2 (hS^2/2(st)^2+3g)/8t$
 $\rho=8t P/(\rho Sh^2 (hS^2/2(st)^2+3g))$

Ответ: $\rho=1000 \text{ кг/м}^3$ 2 балла
 2 балла

Физика. 8 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 3

Задание 1.

Решение.

1 За промежуток времени Δt за счёт испарения с поверхности образуется объём пара $V = S v \Delta t$ 4 балла

2 Масса пара $\Delta m = \rho S v \Delta t$. 1 балл

3 На его образование будет затрачено количество тепла $\Delta Q = L \Delta m = L \rho S v \Delta t$, 3 балла

которое отнимается от тосола, вызывая его охлаждение.

4 Охлаждение тосола на $\Delta T = \Delta Q / (mC) = L \rho S v \Delta t / (mC)$. 3 балла

5 Отсюда скорость паров составит $S = \Delta T mC / L \rho v \Delta t$ 3 балла

Ответ: $S = 8 \text{ см}^2$. 1 балл

Задание 2.

Решение

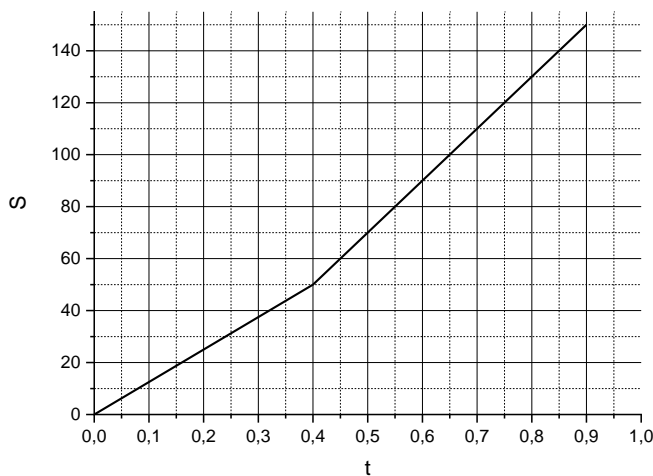


Рисунок 1

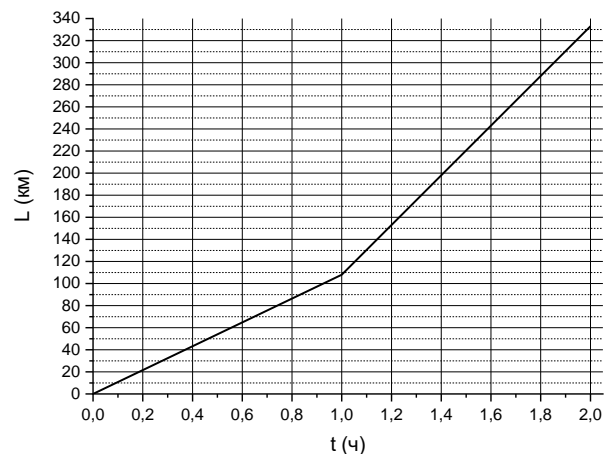


Рисунок 2

1. Длина вагонов $l = t_1 u_1 = t_2 u_2$ (1) 2 балла

2. Из рисунка 1: $t_2 / t_1 = u_1 / u_2 = 1.25$ (или $t_1 / t_2 = u_2 / u_1 = 0,8$) (2)

$u_2 = u_1 t_1 / t_2 = 0,8 u_1$ или $u_1 = 2u_2$ 6 баллов

3 Из рисунка 2: $v_1 = 110 \text{ км/ч} = 30 \text{ м/с}$, $v_2 = 225 \text{ км/ч} = 62.5 \text{ м/с}$ 2 балла

4. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в попутном направлении $S_1 = (v_1 + u_1) t_1$ 3 балл

5. Расстояние, пройденное пассажиром относительно железной дороги в обратном направлении $S_2 = (v_2 - u_2) t_2$ 3 балл

6. Из рисунка 1: $S_2 = 2S_1$ то есть $(v_2 - u_2) t_2 = (v_1 + u_1) 2t_1$ 2 балла

7. Подставляя сюда (2), получим $u_1 = (v_2 t_2 / t_1 - 2v_1) / 3$ или $u_2 = (v_2 t_2 / t_1 - v_1) t_1 / 3 t_2$ 5 баллов
решение уравнения

Ответ: $u_1 = 6 \text{ м/с}$ 1 балл. $u_2 = 5 \text{ м/с}$ 1 балл

Задание 3.

Решение:

- | | |
|---|---------|
| 1 Потенциальная энергия капли $E_{\text{П}}=mgh$ | 3 балла |
| 2 При ударе капли о землю на нагрев идет $E=\eta mgh$ | 3 балла |
| 3 Энергия на нагревание воды $Q=mc\Delta T$ | 3 балла |
| 4 $E=Q, \eta mgh=mc\Delta T$ | 3 балла |
| 5 Тогда $h=c\Delta T/\eta g=2449\text{м}$ | 3 балла |

Ответ: $h = 2449\text{м}$

Задание 4.

Решение:

- 1 Запишем условие равновесия стержня до погружения тел в воду $\rho_1 V_1 = 1,5 \rho_2 V_2$
2 балла
- 2 и после их погружения $1,5(\rho_1 - \rho_0)V_1 = (\rho_2 - \rho_0)V_2$
Здесь V_1, V_2 — объемы тел, а ρ_0 — плотность воды. 2 балла
- 3 Отыскивая из первой формулы отношение объемов тел $V_1/V_2 = 1,5 \rho_2 / \rho_1 = 3$
3 балла
- 4 подставляем его во вторую формулу и приходим к уравнению $4,5 \rho_1 - \rho_2 = 3,5 \rho_0$
4 балла

Решая это уравнение совместно с условием $\rho_2 / \rho_1 = 2$, окончательно находим

Ответ: $\rho_1 = 1,4\rho_0$ и $\rho_2 = 2,8\rho_0$. 4 балла

Задание 5.

Решение:

- 1 Мощность насоса $P=A/t$. 3 балла
- 2 Работа насоса расходуется на сообщение воде кинетической энергии и на подъем воды: $A=E= \Delta E_{\text{К}} + \Delta E_{\text{П}}$ 3 балла
- 3 Кинетическая энергия $\Delta E_{\text{К}}=E_{\text{К}2}-E_{\text{К}1}= E_{\text{К}2}, =mv^2/2$ так как $E_{\text{К}1}=0$ 5 баллов
- 4 Масса воды: $m=\rho V= \rho Sh/2$ 3 балла
- 5 Скорость движения воды найдем из: $svt=V= Sh/2$, тогда $v =Sh/2st$,
5 баллов
- 6 Потенциальная энергия – изменение энергии из центра тяжести до верхнего уровня бассейна $\Delta E_{\text{П}}=7mg/8$ 5 баллов
- 7 Подставляем:
 $A=E=\Delta E_{\text{К}}+\Delta E_{\text{П}}=mv^2/2+7mgh/8=$
 $= \rho Sh (Sh/2st)^2/4+7\rho Sgh^2 /16=$
 $=\rho(Sh)^3/16(st)^2 + 7\rho Sgh^2 /16$
- 8 Мощность насоса $P= \rho(Sh)^3 /16t(st)^2+7\rho Sg h^2/16t=$
 $\rho Sh^2 (hS^2 /(st)^2+7g)/16t$

2 балла

2 балла

Ответ: $P=595\text{Вт}$ 2 балла

Физика.9 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 1

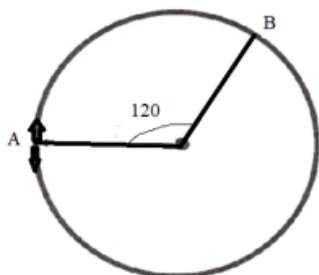


Рис. 1

Задача 1. Два автомобиля одновременно отправились из пункта А в пункт В (см. рис. 1). Первый автомобиль двигался по часовой стрелки, второй – против часовой.

Известно, что первый автомобиль двигался одну треть своего пути со скоростью v_1 , оставшееся время со скоростью в два раза меньшей. Второй автомобиль двигался первую треть пути со скоростью v_2 , оставшийся отрезок со скоростью в два раза большей. Определите скорость второго автомобиля, если $v_1 = 55 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Пункта В они достигли одновременно.

Решение:

Обозначим L_0 – длину окружности,

Путь, пройденный первым автомобилем:

$$L_1 = \frac{1}{3} L_0 \quad (1)$$

Путь, пройденный вторым автомобилем:

$$L_2 = \frac{2}{3} L_0 = 2L_1 \quad (2)$$

Время в пути первого автомобиля:

$$t_1 = \frac{\frac{1}{3}L_1}{v_1} + \frac{\frac{2}{3}L_1}{v_1/2} = \frac{5 L_1}{3 v_1} = \frac{5 L_0}{9 v_1} \quad (3)$$

Время в пути второго автомобиля:

$$t_2 = \frac{\frac{1}{3}L_2}{v_2} + \frac{\frac{2}{3}L_2}{2v_2} = \frac{2 L_2}{3 v_2} = \frac{4 L_0}{9 v_2} \quad (4)$$

Из Соотношений (3) и (4) видно, что

$$v_2 = \frac{4v_1}{5} = 44 \text{ км/час} \quad (5)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Указано соотношение между путями автомобилей с помощью формул и или словами	3
2	Найдено время движения первого автомобиля, через L_1 или L_0	4
3	Найдено время движения второго автомобиля, через L_2 или L_0	4
4	Найдено соотношение между скоростями	3
5	Найдено численное значение скорости v_2	1
	Итого	15

Если перепутали направление, но задача решена правильно в остальном, то 10 баллов.

Задача 2. Специалисты Ленинградского института «Гипрорыбфлот» в конце 80-х годов XX века сконструировали автомобиль подводник.. Машина была способна передвигаться со скоростью $v = 6$ км/час на максимальной глубине 40 м.

Определите объём полостей в автомобиле.

Указание: считать, что все детали автомобиля выполнены из алюминия плотностью $\rho_1 = 2700$ кг/м³ плотность воздуха в полости $\rho_2 = 1,3$ кг/м³, плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³. Масса короба и всех устройств автомобиля $m_1=1300$ кг, масса человека $m_3=70$ кг.

Решение:

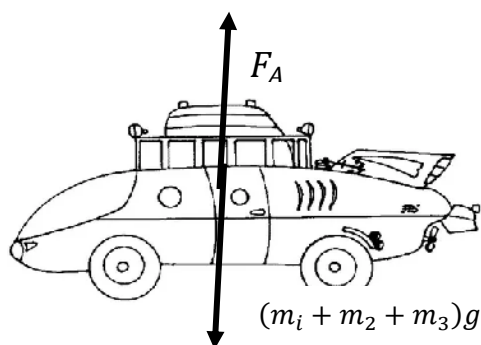


Рис.2

Сила Архимеда, действующая на автомобиль равна:

$$F_A = \rho_0 g V = \rho_0 g (V_1 + V_2), \quad (6)$$

где

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} \quad (7)$$

– объём алюминиевых деталей, V_2 - объём полостей автомобиля с воздухом.

Для того чтобы автомобиль не тонул и не всплывал, необходимо равенство сил:

$$F_A = (m_1 + m_2 + m_3)g, \quad (8)$$

где

$$m_2 = \rho_2 V_2 \quad (9)$$

– масса газа в полостях.

Получаем из уравнений

$$\rho_0 g (V_1 + V_2) = (m_1 + \rho_2 V_2 + m_3)g \quad (10)$$

Объём полостей в машине

$$V_2 = \frac{m_1 + m_3 - \frac{\rho_0}{\rho_1} m_1}{\rho_0 - \rho_1} = 0,889 \text{ м}^3. \quad (11)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано равенство сил (8)	3
2	Записана формула для расчета массы газа (9)	2
3	Записана формула расчета объёма алюминиевых деталей (7)	2
4.	Получена формула для расчета объёма полости	6
5	Получено значение объёма полости	2
	Итого	15

Задача 3. На рис. представлена система, состоящая из невесомых нитей, блоков, трех грузов массами m_1, m_2, m_3 . Определите массу третьего груза, если угол ABC прямой, $m_1 = 8$ кг, $m_2 = 10$ кг. Трения в блоках нет. Система находится в равновесии. Ускорение свободного падения принять за $g = 10 \text{ м/с}^2$.

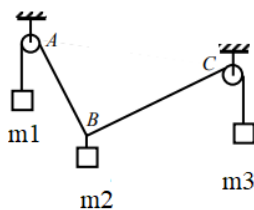


Рис.3

Решение:

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (12)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (13)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (14)$$

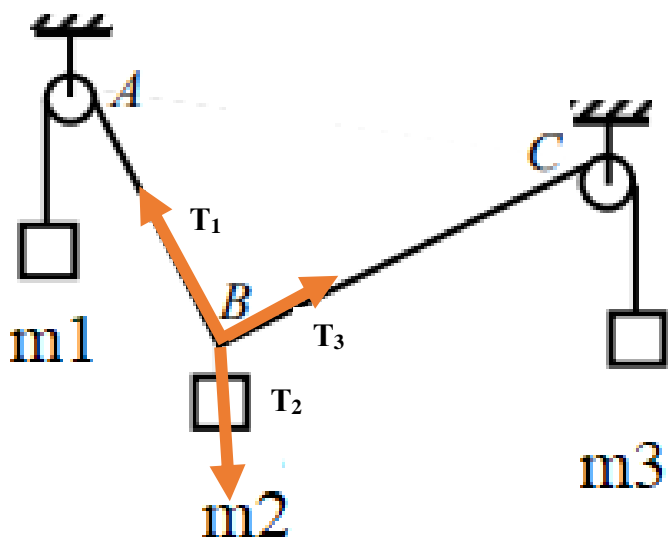


Рис. 4

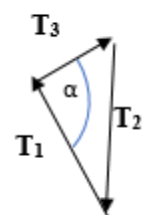


Рис.5

Для точки В запишем равенство сил (рис.)::

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (15)$$

Из векторной диаграммы (Рис. 5) сил видно, что

$$T_2^2 = T_1^2 + T_3^2 - 2T_1T_3 \cos \alpha \quad (16)$$

. Подставив (12), (13), (14) в (16) и учтя, что в нашем случае $\alpha=90^0$ получим формулу для расчета массы:

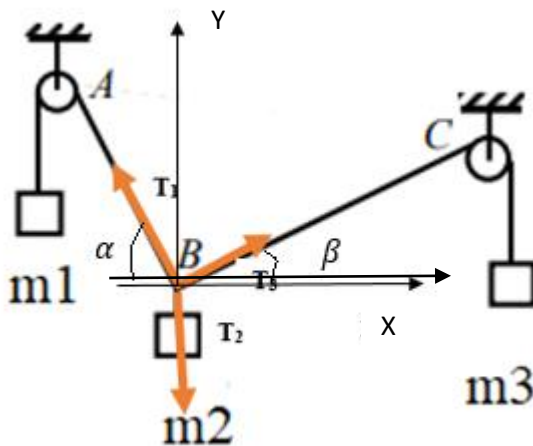
$$m_3 = \sqrt{m_2^2 - m_1^2} = 6 \text{ кг.} \quad (17)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Составлена векторная диаграмма	5
5	Записана теорем косинусов	5

6		
	Записана формула для расчета m_2	5
7	Получен результат	2
	Итого	25

Второй вариант решения:



$$\alpha + \beta = 90 \quad (18)$$

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (19)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (20)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (21)$$

При условии равновесия для точки В выполняется равенство:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (22)$$

В проекции на ось У получаем выражение:

$$T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = T_2 \quad (23)$$

В проекции на ось Х получаем выражение:

$$T_1 \cos \alpha = T_3 \cos \beta \quad (24)$$

$$\cos \alpha = \sin \beta \quad (25)$$

Решая совместно уравнения (24), (19), (21) получаем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{m_3}{m_1} = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad (26)$$

$$\sin \beta = \frac{m_3}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (27)$$

$$\cos \beta = \sin \alpha = \frac{m_1}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (28)$$

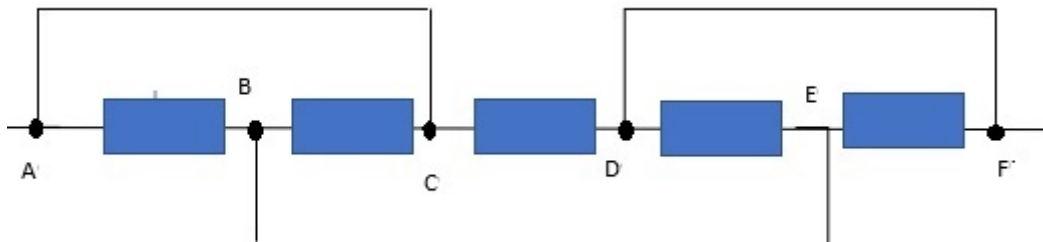
Подставим уравнения (28) и 27 в (23) и выразим m_3 получаем:

$$\sqrt{m_2^2 - m_1^2} = m_3 = 6 \text{ кг} \quad (29)$$

Критерии оценивания:

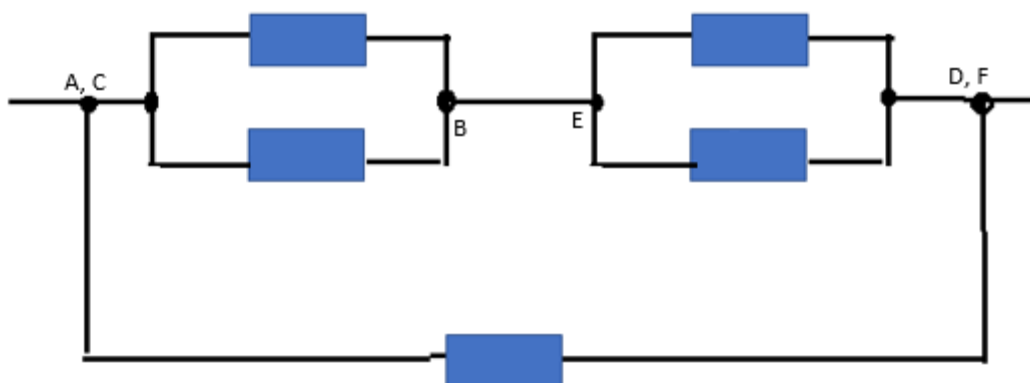
№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
5	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
6	Указано соотношение 18	1
7	Указано соотношение 25	1
8	Получено выражение 26	2
9	Получено выражение 27	1
10	Получено выражение 28	1
11	Записана формула для расчета m_3	5
12	Получен результат	2
	Итого	25

Задача 4. Пять резисторов сопротивлением R каждый соединены переключками, как показано на рисунке. Определите значение сопротивление каждого резистора, а также ток в каждой переключке. Общее сопротивление цепи $R_0 = 10$ Ом. Падение напряжения между точками А и F равно $U_0 = 48$ В.



Решение:

Схему можно преобразовать следующим образом рис.



Сопротивление между точками A,C и E,D равны между собой:

$$R_{A,B} = R_{E,D} = \frac{R}{2}. \quad (30)$$

Сопротивление между точками A ,D по верхней ветке схемы равно:

$$R_{A,D} = R_{E,D} + R_{A,B} = R. \quad (31)$$

Полное сопротивление цепи между точками A,F равно:

$$R_0 = \frac{R}{2}. \quad (32)$$

Сопротивление каждого резистора равно:

$$R = 2R_0 = 20 \text{ Ом.} \quad (33)$$

Полная сила тока протекающая по цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = 4,8 \text{ A} \quad (34)$$

В каждой из перемычек бежит ток равный:

$$I = \frac{I_0}{2} = 2,4 \text{ A}, \quad (35)$$

т.к. сопротивления верхней и нижней веток схемы одинаковые, значит и токи в них бегут одинаковые, равные половине полного тока.

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Представлена эквивалентная схема	10
2	Найдено полное сопротивление схемы	4
	Найдено сопротивление одного резистора	2

3	Указано, что в каждой перемычке бежит одинаковый ток	2
4	Найдено значение тока через перемычки	2
	Итого:	20

Задача 5. В середине 20 века СССР и США проводили испытания атомных бомб. Первая атомная бомба США имела заряд был приблизительно эквивалентный 20 килотоннам в тротиловом эквиваленте. Оцените заряд первой атомной бомбы испытанной СССР тоже в тротиловом эквиваленте, если отношение радиусов распространения ударных волн в один момент времени от момента взрыва составляло $\frac{R_2}{R_1} = 1,02$, где R_2 -радиус ударной волны в момент времени t с от бомбы, произведенной СССР, R_1 -от бомбы, произведенной США. Указания: считать взрыв атомной бомбы точечным, то есть вся энергия E взрыва выделяется мгновенно, радиус R распространения ударной волны зависит от времени t , энергии взрыва E , плотности ρ атмосферы.

Решение:

Решаем методом размерностей. Радиус вектор зависит от энергии, плотности атмосферы, времени распространения:

$$R = \varphi(E, \rho, t) \quad (36)$$

$$R = const E^\alpha \rho^\beta t^\gamma \quad (37)$$

Запишем размерности каждой из величин, входящих в формулу:

$$[E] = \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}; \quad [\rho] = \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}; \quad [t] = \text{с}; \quad [R] = \text{м} \quad (38)$$

Из уравнений (37), (38)) получаем систему уравнений:

$$1 = 2\alpha - 3\beta \quad (39)$$

$$0 = \alpha + \beta \quad (40)$$

$$0 = -2\alpha + \gamma \quad (41)$$

Получаем

$$\beta = -\frac{1}{5}; \quad \alpha = \frac{1}{5}; \quad \gamma = \frac{2}{5} \quad (42)$$

Радиус зависимости распространения ударной волны от атомной бомбы равен:

$$R = const \left(\frac{E}{\rho}\right)^{1/5} t^{2/5} \quad (43)$$

Отношение радиусов за одинаковый отрезок времени от момента взрыва равно:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{E_2}{E_1}\right)^{1/5} \quad (44)$$

Заряд первой атомной бомбы испытанной СССР равен

$$E_2 = E_1 \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^5 \quad (45)$$

$$E_2 = 58 \text{ Мегатонны в тротиловом эквиваленте.} \quad (46)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записана формула 37	4
2	<i>Записаны размерности каждой из величин, входящих в формулу (37) – по 1 баллу за каждую величину</i>	4
4	Составлены уравнения (39), (40),(41)- по 2 балла за каждое	6
5	Получены соотношения (42)- по 1 баллу за каждое	3
6	Получены соотношения (43)	2
	Записано соотношение 44	2
	Записана формула для расчета заряда	2
	Получено значение энергии	2
	Итого	25

Физика.9 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 2

Задача 1. Два автомобиля одновременно отправились из пункта А в пункт В (см. рис. 1). Первый автомобиль двигался по часовой стрелке, второй – против часовой.

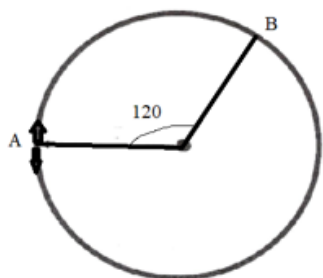


Рис. 1

Известно, что первый автомобиль двигался одну четверть своего пути со скоростью v_1 , оставшееся время со скоростью в три раза меньшей. Второй автомобиль двигался первую четверть пути со скоростью v_2 , оставшийся отрезок со скоростью в 3 раза большей. Определите скорость первого автомобиля, если $v_2 = 45 \frac{\text{км}}{\text{час}}$. Пункта В они достигли одновременно.

Решение:

Обозначим L_0 – длину окружности,

Путь, пройденный первым автомобилем:

$$L_1 = \frac{1}{3} L_0 \quad (1)$$

Путь, пройденный вторым автомобилем:

$$L_2 = \frac{2}{3} L_0 = 2L_1 \quad (2)$$

Время в пути первого автомобиля:

$$t_1 = \frac{\frac{1}{3}L_1}{v_1} + \frac{\frac{2}{3}L_1}{v_1/3} = \frac{7 L_1}{3 v_1} = \frac{7 L_0}{9 v_1} \quad (3)$$

Время в пути второго автомобиля:

$$t_2 = \frac{\frac{1}{4}L_2}{v_2} + \frac{\frac{3}{4}L_2}{2v_2} = \frac{5 L_2}{8 v_2} = \frac{10 L_0}{24 v_2} \quad (4)$$

Из Соотношений (3) и (4) видно, что

$$v_1 = \frac{28v_2}{15} = 84 \text{ км/час} \quad (5)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Указано соотношение между путями автомобилей с помощью формул и или словами	3
2	Найдено время движения первого автомобиля, через L_1 или L_0	4
3	Найдено время движения второго автомобиля, через L_2 или L_0	4
4	Найдено соотношение между скоростями	3
5	Найдено численное значение скорости v_2	1
	Итого	15

Если перепутали направление, но задача решена правильно в остальном, то 10 баллов

Задача 2. Японские специалисты сконструировали автомобиль подводник.. Машина была способна передвигаться со скоростью $v = 10$ км/час на максимальной глубине 30 м.

Определите объём полостей в автомобиле.

Автомобиль полностью выполнен из современного высокопрочного материала плотностью $\rho_1 = 1400$ кг/м³, плотность воздуха в полости $\rho_2 = 1,3$ кг/м³, плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³. Масса корпуса и всех устройств автомобиля $m_1 = 800$ кг, масса человека $m_3 = 70$ кг.

Решение:

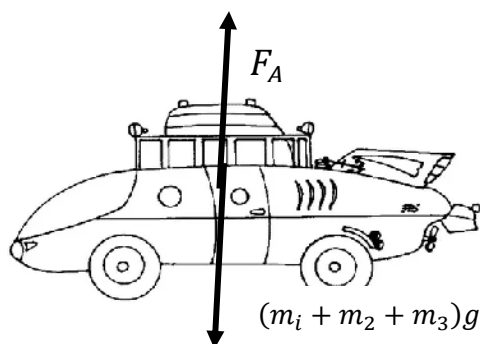


Рис.2

Сила Архимеда, действующая на автомобиль равна:

$$F_A = \rho_0 g V = \rho_0 g (V_1 + V_2), \quad (6)$$

где

$$V_1 = \frac{m_1}{\rho_1} \quad (7)$$

– объём алюминиевых деталей, V_2 - объём полостей автомобиля с воздухом.

Для того чтобы автомобиль не тонул и не всплывал, необходимо равенство сил:

$$F_A = (m_1 + m_2 + m_3)g, \quad (8)$$

где

$$m_2 = \rho_2 V_2 \quad (9)$$

– масса газа в полостях.

Получаем из уравнений

$$\rho_0 g (V_1 + V_2) = (m_1 + \rho_2 V_2 + m_3)g \quad (10)$$

Объём полостей в машине

$$V_2 = \frac{m_1 + m_3 - \frac{\rho_0}{\rho_1} m_1}{\rho_0 - \rho_1} = 0,814 \text{ м}^3. \quad (11)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано равенство сил (8)	3
2	Записана формула для расчета массы газа (9)	2
3	Записана формула расчета объёма алюминиевых деталей (7)	2
4.	Получена формула для расчета объёма полости	6
5	Получено значение объёма полости	2
	Итого	15

Задача 3. На рис. представлена система, состоящая из невесомых нитей, блоков, трех грузов массами m_1, m_2, m_3 . Определите массу второго груза, если угол ABC прямой, $m_1 = 12$ кг, $m_3 = 9$ кг. Трения в блоках нет. Система находится в равновесии. Ускорение свободного падения принять за $g = 10 \text{ м/с}^2$.

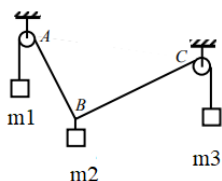


Рис.3

Решение:

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (12)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (13)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (14)$$

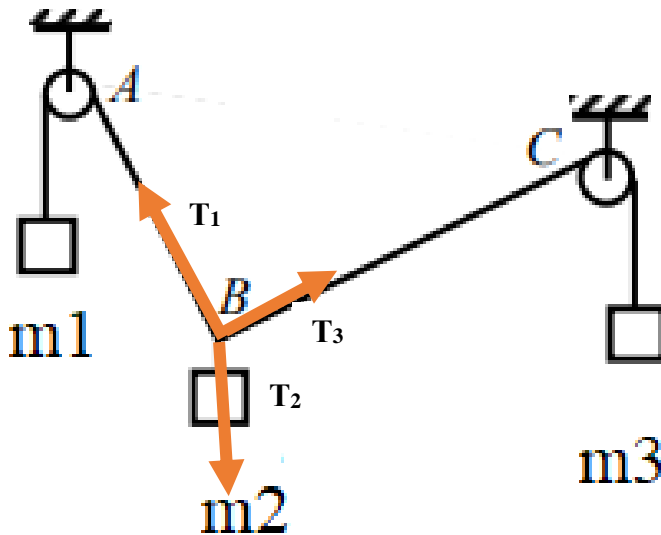


Рис. 4

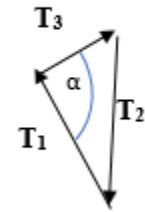


Рис.5

Для точки В запишем равенство сил (рис.)::

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (15)$$

Из векторной диаграммы (Рис. 5) сил видно, что

$$T_2^2 = T_1^2 + T_3^2 - 2T_1 T_3 \cos \alpha \quad (16)$$

. Подставив (12), (13), (14) в (16) и учтя, что в нашем случае $\alpha=90^\circ$ получим формулу для расчета массы:

$$m_2 = \sqrt{m_3^2 + m_1^2} = 15 \text{ кг.} \quad (17)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Составлена векторная диаграмма	5
5	Записана теорем косинусов	5
6	Записана формула для расчета	5

	m_2	
7	Получен результат	2
	Итого	25

Второй вариант решения:

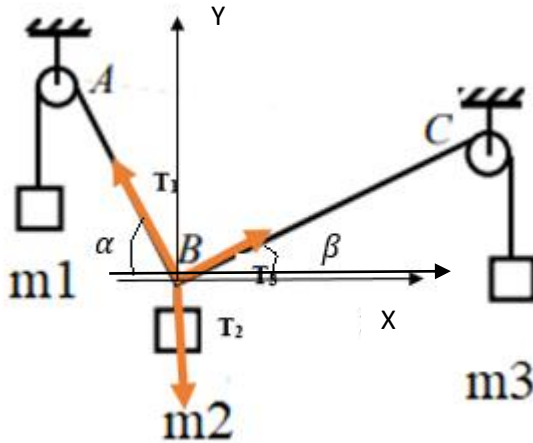


Рис.7

$$\alpha + \beta = 90 \quad (18)$$

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (19)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (20)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (21)$$

При условии равновесия для точки В выполняется равенство:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (22)$$

В проекции на ось Y получаем выражение:

$$T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = T_2 \quad (23)$$

В проекции на ось X получаем выражение:

$$T_1 \cos \alpha = T_3 \cos \beta \quad (24)$$

$$\cos \alpha = \sin \beta \quad (25)$$

Решая совместно уравнения (24), (19), (21) получаем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{m_3}{m_1} = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad (26)$$

$$\sin \beta = \frac{m_3}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (27)$$

$$\cos \beta = \sin \alpha = \frac{m_1}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (28)$$

Подставим уравнения (28) и 27 в (23) получаем:

$$\sqrt{m_1^2 + m_3^2} = m_2 = 15 \text{ кг} \quad (29)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
5	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
6	Указано соотношение 18	1
7	Указано соотношение 25	1
8	Получено выражение 26	2
9	Получено выражение 27	1
10	Получено выражение 28	1
11	Записана формула для расчета m_3	5
12	Получен результат	2
	Итого	25

Задача 4. Пять резисторов сопротивлением R каждый соединены переключками, как показано на рисунке. Определите значение сопротивление каждого резистора, а также ток в каждой переключке. Общее сопротивление цепи $R_0=20$ Ом. Падение напряжения между точками А и F равно $U_0 = 100$ В.

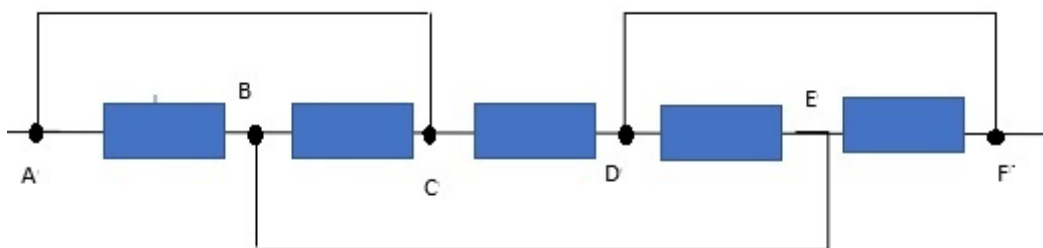


Рис. 8

Решение:

Схему можно преобразовать следующим образом рис.

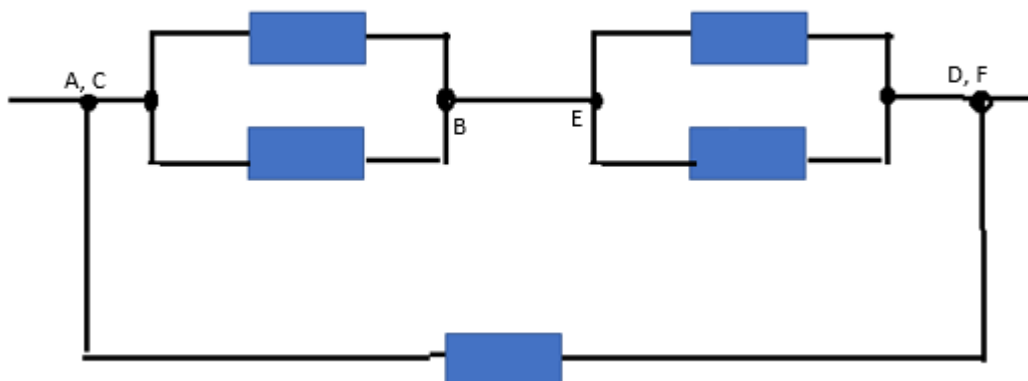


Рис. 9

Сопротивление между точками А,С и Е,Д равны между собой:

$$R_{A,B} = R_{E,D} = \frac{R}{2}. \quad (30)$$

Сопротивление между точками А ,Д по верхней ветке схемы равно:

$$R_{A,D} = R_{E,D} + R_{A,B} = R. \quad (31)$$

Полное сопротивление цепи между точками А,Ф равно:

$$R_0 = \frac{R}{2}. \quad (32)$$

Сопротивление каждого резистора равно:

$$R = 2R_0 = 40 \text{ Ом.} \quad (33)$$

Полная сила тока протекающая по цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = 5 \text{ А} \quad (34)$$

В каждой из перемычек бежит ток равный:

$$I = \frac{I_0}{2} = 2,5 \text{ А}, \quad (35)$$

т.к. сопротивления верхней и нижней веток схемы одинаковые, значит и токи в них бегут одинаковые, равные половине полного тока.

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Представлена эквивалентная схема	10
2	Найдено полное сопротивление	4

	схемы	
3	Найдено сопротивление одного резистора	2
4	Указано, что в каждой перемычке бежит одинаковый ток	2
5	Найдено значение тока	2
	Итого:	20

Задача 5. В середине 20 века СССР и США проводили испытания атомных бомб. Атомная бомба США В-41 (Мк-41) имела заряд был приблизительно эквивалентный 25 мегатоннам в тротиловом эквиваленте. Оцените в тротиловом эквиваленте самую мощную атомную бомбу (Царь-бомба (АН602)), испытанную в СССР. Известно, что отношение радиусов распространения ударных волн в один момент времени от момента взрыва составляло $\frac{R_2}{R_1} = 1,18$, где R_2 -радиус ударной волны в момент времени t с от бомбы, произведенной СССР, R_1 -от бомбы, произведенной США.

Указания: считать взрыв атомной бомбы точечным, то есть вся энергия E взрыва выделяется мгновенно, радиус R распространения ударной волны зависит от времени t , энергии взрыва E , плотности ρ атмосферы.

Решение:

Решаем методом размерностей. Радиус вектор зависит от энергии, плотности атмосферы, времени распространения:

$$R = \varphi(E, \rho, t) \quad (36)$$

$$R = \text{const } E^\alpha \rho^\beta t^\gamma \quad (37)$$

Запишем размерности каждой из величин, входящих в формулу (37):

$$[E] = \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}; \quad [\rho] = \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}; \quad [t] = \text{с}; \quad [R] = \text{м} \quad (38)$$

Из уравнений (36) и (37) получаем систему уравнений:

$$1 = 2\alpha - 3\beta \quad (39)$$

$$0 = \alpha + \beta \quad (40)$$

$$0 = -2\alpha + \gamma \quad (41)$$

Получаем

$$\beta = -\frac{1}{5}; \quad \alpha = \frac{1}{5}; \quad \gamma = \frac{2}{5} \quad (42)$$

Радиус зависимости распространения ударной волны от атомной бомбы равен:

$$R = \text{const} \left(\frac{E}{\rho} \right)^{1/5} t^{2/5} \quad (43)$$

Отношение радиусов за одинаковый отрезок времени от момента взрыва равно:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{1/5} \quad (44)$$

Заряд первой атомной бомбы испытанной СССР равен

$$E_2 = E_1 \left(\frac{R_2}{R} \right)^5 \quad (45)$$

$$E_2 = 57,2 \text{ Мегатонны в тротиловом эквиваленте.} \quad (46)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записана формула 37	4
2	Записаны размерности каждой из величин, входящих в формулу (37) – по 1 баллу за каждую величину	4
4	Составлены уравнения (39), (40),(41)- по 2 балла за каждое	6
5	Получены соотношения (42)- по 1 баллу за каждое	3
6	Получены соотношения (43)	2
7	Записано соотношение 44	2
8	Записана формула для расчета заряда	2
9	Получено значение энергии	2
	Итого	25

Физика.9 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 3

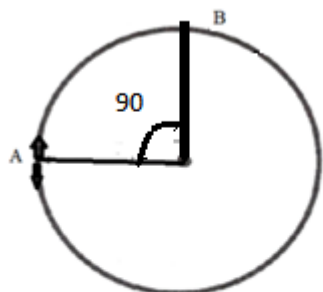


Рис. 1

Задача 1. Два автомобиля одновременно отправились из пункта А в пункт В (см. рис. 1). Первый автомобиль двигался по часовой стрелке, второй – против часовой.

Известно, что первый автомобиль двигался две трети времени со скоростью v_1 , оставшееся время со скоростью в два раза меньшей. Второй автомобиль двигался первую треть времени со скоростью v_2 , оставшийся отрезок со скоростью в два раза большей. Определите скорость второго автомобиля, если $v_1 = 56 \frac{\text{км}}{\text{час}}$, пункта В они достигли одновременно

Решение:

Обозначим L_0 – длину окружности,

Путь, пройденный первым автомобилем:

$$L_1 = \frac{1}{4} L_0 \quad (1)$$

Путь, пройденный вторым автомобилем:

$$L_2 = \frac{3}{4} L_0 = 3L_1 \quad (2)$$

Время в пути первого автомобиля:

$$t_1 = \frac{\frac{1}{3}L_1}{v_1} + \frac{\frac{2}{3}L_1}{v_1/3} = \frac{7 L_1}{3 v_1} = \frac{7 L_0}{12 v_1} \quad (3)$$

Время в пути второго автомобиля:

$$t_2 = \frac{\frac{1}{3}L_2}{v_2} + \frac{\frac{2}{3}L_2}{2v_2} = \frac{2 L_2}{3 v_2} = \frac{1 L_0}{2 v_2} \quad (4)$$

Из Соотношений (3) и (4) видно, что

$$v_1 = \frac{12v_2}{14} = 48 \text{ км/час} \quad (5)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Указано соотношение между путями автомобилей с помощью	3

	формулы и или словами	
2	Найдено время движения первого автомобиля, через L_1 или L_0	4
3	Найдено время движения второго автомобиля, через L_2 или L_0	4
4	Найдено соотношение между скоростями	3
5	Найдено численное значение скорости v_2	1
	Итого	15

Если перепутали направление, но задача решена правильно в остальном, то 10 баллов

Задача 2. Японские специалисты сконструировали автомобиль подводник.. Машина была способна передвигаться со скоростью $v = 7,2$ км/час на максимальной глубине 30 м.

Оцените мощность аккумуляторов, используемых на этом автомобиле, развиваемую двигателями, против силы сопротивления воды. Коэффициент полезного действия советских аккумуляторов, используемых на данном автомобиле, был 80%. Плотность воды $\rho_0 = 1000$ кг/м³. Площадь поперечного сечения автомобиля $S=0,8$ м².

Указание: считать, что сила сопротивления образуется за счет неупругого соударения молекул воды об автомобиль.

Решение:

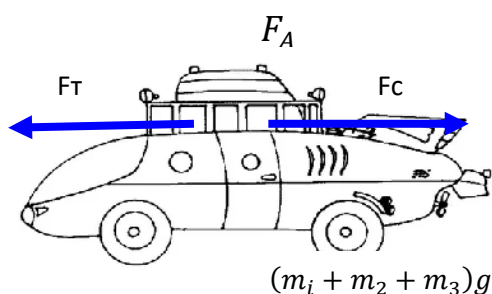


Рис.2

Сила сопротивления образуется за счет импульса, передаваемого водой поперечному сечению автомобиля при лобовом соударении

Число молекул воды, налетающих на поперечное сечение, n - концентрация молекул:

$$N = vnS\Delta t \quad (6)$$

Импульс всех этих молекул равен:

$$P = Nm_0v = nSm_0v^2\Delta t = \rho Sv^2\Delta t, \quad (7)$$

Импульс молекул воды передается автомобилю:

$$\begin{aligned} \Delta P_a &= P \\ F_c &= \frac{\Delta P_a}{\Delta t} = \rho Sv^2, \end{aligned} \quad (8)$$

Сила сопротивления остается величиной постоянной, тогда работа против силы сопротивления равна:

$$A_{c=F_c\Delta x} = \rho Sv^3\Delta t, \quad (9)$$

где

$$\Delta x = v\Delta t \quad \text{путь}$$

С другой стороны эта же работа равна, энергии получаемой от аккумулятора на преодоление силы сопротивления:

$$A_{c=\eta P_3\Delta t} \quad (10)$$

Из (9) и (11) получаем:

$$P_3 = \frac{\rho Sv^3}{\eta} = 8000 \text{ Вт} \quad (11)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Указано, что сила сопротивления образуется за счет импульса, передаваемого водой поперечному сечению автомобиля	2
2	Найдена сила сопротивления: 1. Число молекул, ударяющихся об автомобиль – 1 балл 2. Записан Импульс молекул воды – 1 балл 3. Записан импульс получаемый автомобилем -2 балла 4. Получена формула(9) – 1 балл	5
3	Записана формула (9)	2
4.	Записана формула (10)	2
5	Записана формула (11)	3
	Получен результат для P_3	1
	Итого	15

Задача 3. На рис. представлена система, состоящая из невесомых нитей, блоков, трех грузов массами m_1, m_2, m_3 . Определите массу первого груза, если угол ABC прямой, $m_2 = 15$ кг, $m_3 = 9$ кг. Трения в блоках нет. Система находится в равновесии. Ускорение свободного падения принять за $g = 10$ м/с².

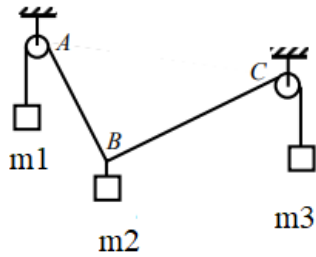


Рис.3

Решение:

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (12)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (13)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (14)$$

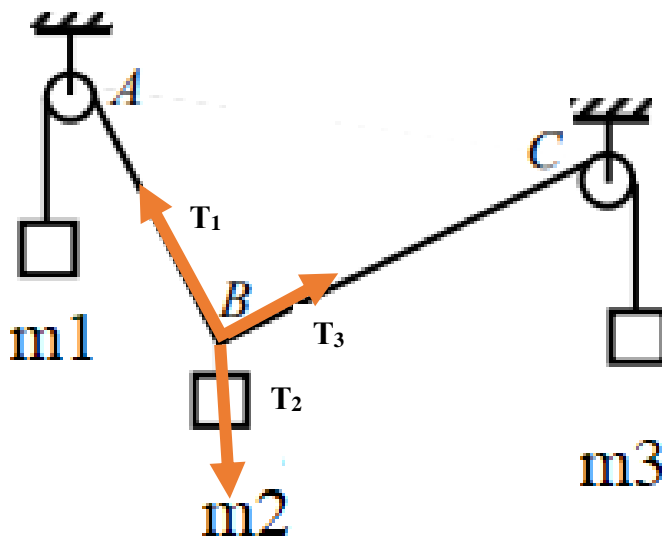


Рис. 4

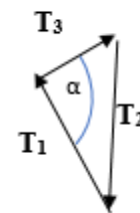


Рис.5

Для точки В запишем равенство сил (рис. 5):

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (15)$$

Из векторной диаграммы (Рис. 5) сил видно, что

$$T_2^2 = T_1^2 + T_3^2 - 2T_1 T_3 \cos \alpha \quad (16)$$

. Подставив (12), (13), (14) в (16) и учтя, что в нашем случае $\alpha=90^\circ$ получим формулу для расчета массы:

$$m_1 = \sqrt{m_2^2 - m_3^2} = 12 \text{ кг.} \quad (17)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Составлена векторная диаграмма	5
5	Записана теорем косинусов	5
6		
	Записана формула для расчета m_2	5
7	Получен результат	2
	Итого	25

Второй вариант решения:

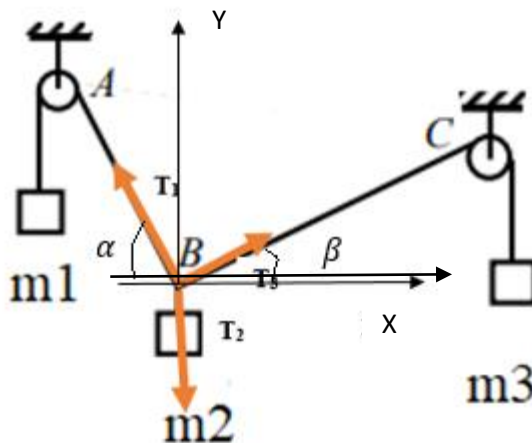


Рис. 6

$$\alpha + \beta = 90 \quad (18)$$

Из условий равновесия для каждого из грузов имеем:

$$T_1 = m_1 g \quad (19)$$

$$T_2 = m_2 g \quad (20)$$

$$T_3 = m_3 g \quad (21)$$

При условии равновесия для точки В выполняется равенство:

$$\vec{T}_1 + \vec{T}_2 + \vec{T}_3 = 0 \quad (22)$$

В проекции на ось У получаем выражение:

$$T_1 \sin \alpha + T_3 \sin \beta = T_2 \quad (23)$$

В проекции на ось Х получаем выражение:

$$T_1 \cos \alpha = T_3 \cos \beta \quad (24)$$

$$\cos \alpha = \sin \beta \quad (25)$$

Решая совместно уравнения (24), (19), (21) получаем:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{m_3}{m_1} = \frac{\sin \beta}{\sqrt{1 - \sin^2 \beta}} \quad (26)$$

$$\sin \beta = \frac{m_3}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (27)$$

$$\cos \beta = \sin \alpha = \frac{m_1}{\sqrt{m_3^2 + m_1^2}} \quad (28)$$

Подставим уравнения (28) и 27 в (23) получаем:

$$m_1 = \sqrt{m_2^2 - m_3^2} = 12 \text{ кг} \quad (29)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Найдены силы натяжения нитей по 2 балла за каждую	6
2	Записано условие равновесия для точки В	2
4	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
5	Записано уравнение для сил натяжения в проекции на ось х	2
6	Указано соотношение 18	1
7	Указано соотношение 25	1
8	Получено выражение 26	2
9	Получено выражение 27	1
10	Получено выражение 28	1
11	Записана формула для расчета m_3	5
12	Получен результат	2
	Итого	25

Задача 4. Восемь резисторов сопротивлением R соединены, как показано на рисунке. Определите значение сопротивления каждого резистора, а также ток в каждом сопротивлении. Общее сопротивление цепи $R_0 = 30 \text{ Ом}$. Падение напряжения между точками А и F равно $U_0 = 60 \text{ В}$.

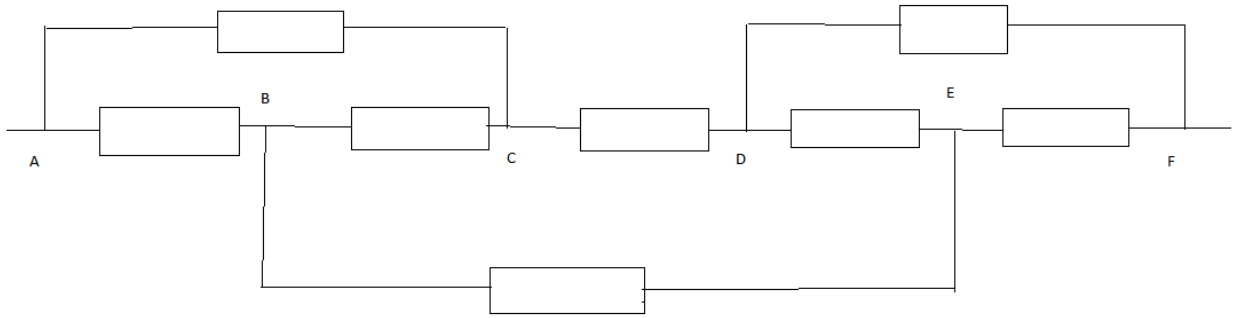


Рис. 7

Решение:

Схему можно преобразовать следующим образом рис.

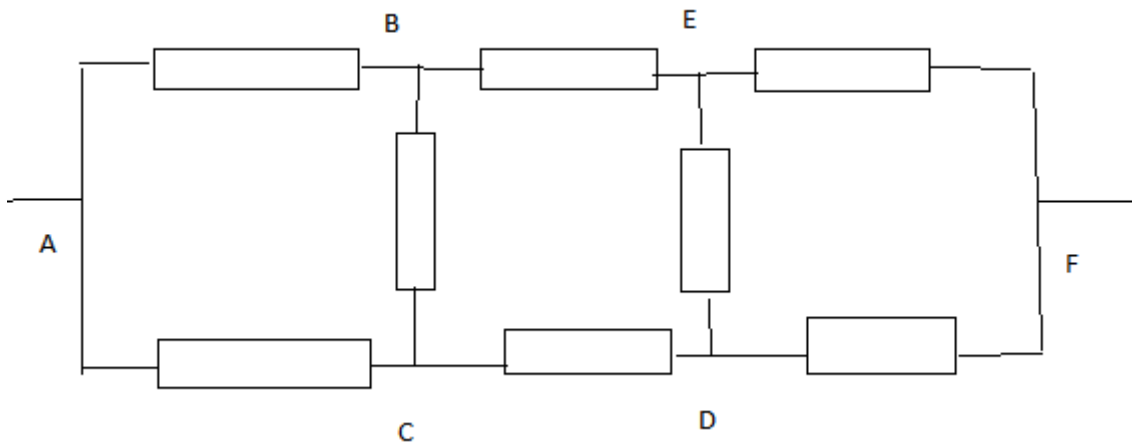


Рис. 8

Сопротивление между точками с одинаковыми потенциалами можно убрать. Получим ещё одну эквивалентную схему.

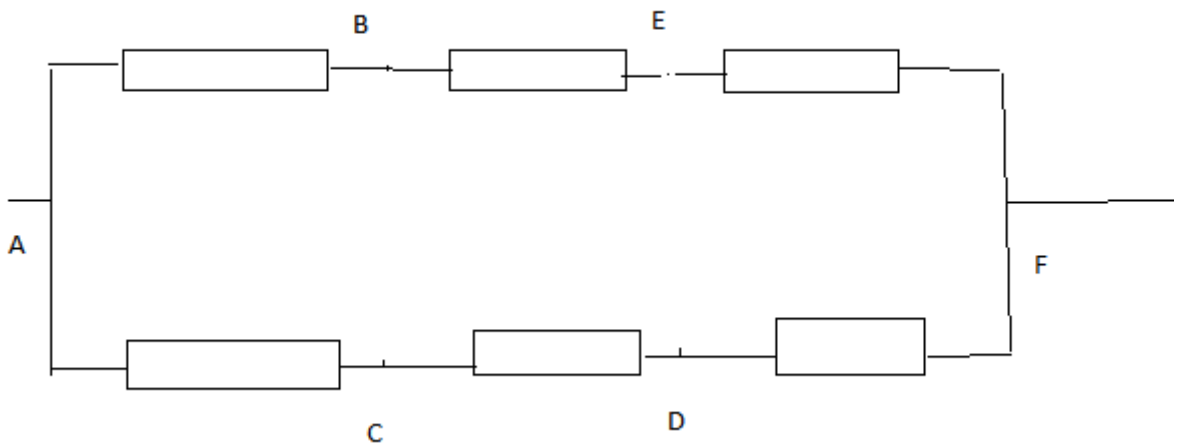


Рис. 9

Сопротивление между точками ABEF и ACDF равны между собой:

$$R_{ABEF} = R_{ACDF} = 3R. \quad (30)$$

Полное сопротивление цепи между точками AF равно:

$$R_0 = 3 \frac{R}{2}. \quad (31)$$

Сопротивление каждого резистора равно:

$$R = \frac{2R_0}{3} = 10 \text{ Ом.} \quad (32)$$

Полная сила тока протекающая по цепи:

$$I_0 = \frac{U_0}{R_0} = 2A \quad (33)$$

Через сопротивления R_{BC} , R_{ED} - ток не бежит:

$$I_{BC} = I_{ED} = 0 \quad (34)$$

Через остальные сопротивления сопротивления бегут одинаковые токи, равные половине полного тока.

$$I = \frac{I_0}{2} = 1A, \quad (35)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Представлена эквивалентная схема За каждую схему по 5 баллов.	10
2	Найдено полное сопротивление схемы	4
	Найдено сопротивление одного резистора	2
3	Указано, что $I_{BC} = I_{ED} = 0$	2
4	Найдено значение тока через остальные сопротивления	2
	Итого:	20

Задача 5. В середине 20 века СССР и США проводили испытания атомных бомб. Атомная бомба США В-41 (Мк-41) имела заряд был приблизительно эквивалентный 25 мегатоннам в тротиловом эквиваленте. самая мощная атомная бомба (Царь-бомба (АН602), испытанная в СССР, имела энергию взрыва $E_2 = 58$ Мегатонны в тротиловом эквиваленте.

Определите отношение $\frac{R_2}{R_1}$, где R_2 -радиус ударной волны в момент времени t с от бомбы, произведенной СССР, R_1 -от бомбы, произведенной США.

Указания: считать взрыв атомной бомбы точечным, то есть вся энергия E взрыва выделяется мгновенно, радиус R распространения ударной волны зависит от времени t , энергии взрыва E , плотности ρ атмосферы.

Решение:

Решаем методом размерностей. Радиус вектор зависит от энергии, плотности атмосферы, времени распространения:

$$R = \varphi(E, \rho, t) \quad (36)$$

$$R = \text{const } E^\alpha \rho^\beta t^\gamma \quad (37)$$

Запишем размерности каждой из величин, входящих в формулу (37) :

$$[E] = \text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2}; \quad [\rho] = \text{кг} \cdot \text{м}^{-3}; \quad [t] = \text{с}; \quad [R] = \text{м} \quad (38)$$

Из уравнений (36) и (37) получаем систему уравнений:

$$1 = 2\alpha - 3\beta \quad (39)$$

$$0 = \alpha + \beta \quad (40)$$

$$0 = -2\alpha + \gamma \quad (41)$$

Получаем

$$\beta = -\frac{1}{5}; \quad \alpha = \frac{1}{5}; \quad \gamma = \frac{2}{5} \quad (42)$$

Радиус зависимости распространения ударной волны от атомной бомбы равен:

$$R = \text{const} \left(\frac{E}{\rho}\right)^{1/5} t^{2/5} \quad (43)$$

Отношение радиусов за одинаковый отрезок времени от момента взрыва равно:

$$\frac{R_2}{R_1} = \left(\frac{E_2}{E_1}\right)^{1/5} \quad (44)$$

Заряд первой атомной бомбы испытанной СССР равен

$$E_2 = E_1 \left(\frac{R_2}{R_1}\right)^5 \quad (45)$$

$$E_2 = 58 \text{ Мегатонны в тротиловом эквиваленте.} \quad (46)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записана формула 37	4
2	<i>Записаны размерности каждой из величин, входящих в формулу (37) – по 1 баллу за каждую величину</i>	4
4	Составлены уравнения (39), (40),(41)- по 2 балла за каждое	6
5	Получены соотношения (42)- по 1 баллу за каждое	3
6	Получены соотношения (43)	2
	Записано соотношение 44	2
	Записана формула для расчета заряда	2
	Получено значение энергии	2
	Итого	25

Физика.10 класс

**Решения и критерии оценивания
Вариант 1**

Задача 1. Тело бросили под углом к горизонту. Спустя время $t=1$ с модуль радиус вектора равен $r=5\sqrt{13}$ м. Под каким углом к горизонту бросили тело, если его начальная скорость $v_0 = 20$ м/с.

Решение:

Первый способ. Векторный

На рис. 1 представлен радиус вектор равный сумме двух векторов:

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2} \quad (1)$$

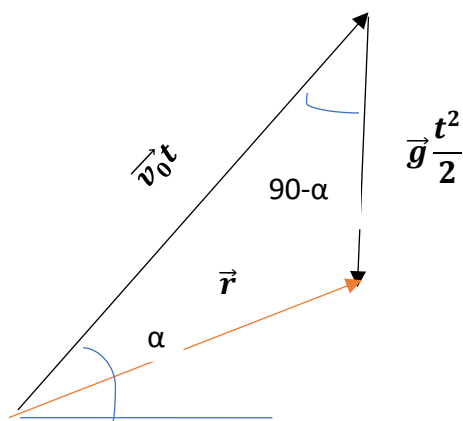


Рис. 1

По теореме косинусов значение модуля вектора перемещения:

$$r^2 = (v_0 t)^2 + \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2 - 2v_0 t \frac{gt^2}{2} \cos(90 - \alpha) \quad (2)$$

$$\sin \alpha = \cos(90 - \alpha) = \frac{r^2 - (v_0 t)^2 - \left(\frac{gt^2}{2}\right)^2}{-2v_0 t \frac{gt^2}{2}} = 0,5 \quad (3)$$

$$\alpha = 30^\circ \quad (4)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Сделан рисунок сложения векторов	7
2	Записана теорема косинусов	5
3	Получен результат	3
	Итого:	15

Второй метод Координатный

$$x = v_0 \cos \alpha t \quad (4)$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (6)$$

$$r^2 = (v_0 \cos \alpha t)^2 + (v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2})^2 \quad (7)$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - r^2}{v_0 g t^3} = 0,5 \quad (8)$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 4	2
2	Записано уравнение 5	2
3	Записана формула для радиуса вектора	4
4	Получена формула 8 Если считали не в общем виде, то 2 из 4	4
5	Получен результат	3
	Итого	15

Задача 2. Определите расстояние ℓ между Луной и Землей считая, что они вращаются вокруг общего центра с периодом обращения $T=27,2$ суток.

Считать: систему Луна-Земля изолированной, расстояние между ними остается величиной постоянной, космические объекты считать материальными точками.

Гравитационная постоянная $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$. Масса Земли $M=5,98 \cdot 10^{24} \text{ кг}$, масса Луны $m=7,3 \cdot 10^{22} \text{ кг}$.

Решение:

Поместим начало координат в центре масс Земли, тогда координата центра масс, вокруг которого вращаются два тела

$$r_c = \frac{m}{m+M} \ell \quad (9)$$

Гравитационная сила между двумя телами, образовавших двойную систему, уравновешивается центробежной силой:

$$\text{для Земли: } M\omega^2 r_c = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (10)$$

$$\text{для Луны } m\omega^2 (\ell - r_c) = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (11)$$

Подставив (9) в (10) получаем:

$$\ell = \left(G \frac{(m+M)}{\omega^2} \right)^{1/3} = \left(G \frac{(m+M)T^2}{4\pi^2} \right)^{1/3} \quad (12)$$

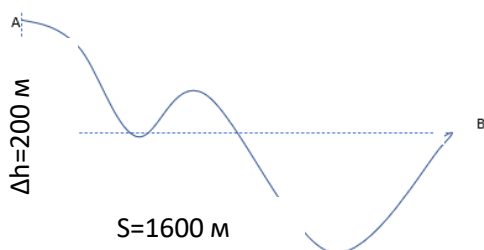
$$\ell = 3,84 \cdot 10^8 \text{ м}$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 9	3
2	Записано уравнение 10 или 11	5
3	Выведена формула 12 для расчета расстояния	5
4	Получен результат	2
Итого		15

Задача 3. На рисунке 1 представлен профиль горного склона. С вершины (точка А) без усилий начинает скатываться лыжник. В точке В он останавливается. Определите коэффициент трения лыж о поверхность склона. Коэффициент трения считать постоянным, сопротивлением воздуха пренебречь.

Разность высот между точкой А и В составляет 200 м, перемещение вдоль оси х равно $S = 1600$ м.



Решение:

Если система не замкнута, то происходит изменение энергии системы за счет диссипативных сил (в нашем случае за счет работы силы трения).

$$E_{p2} - E_{p1} = A_{\text{тр}} \quad (13)$$

При движении по наклонной плоскости сила трения равна

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha \quad (14)$$

Элементарная работа силы трения на бесконечно малом участке равна

$$\Delta A_i = -\mu mg \cos \alpha \Delta \ell_i = -\mu mg \Delta x_i \quad (15)$$

Полная работа на всем участке движения равна сумме элементарных работ:

$$A = \sum \Delta A_i = -\sum \mu mg \Delta x_i = -\mu mg S \quad (16)$$

Используя уравнение 13 и 16, а также что $E_p = mgh$ получаем

$$mg \Delta h = \mu mg S \quad (17)$$

Коэффициент трения скольжения лыж о поверхность склона

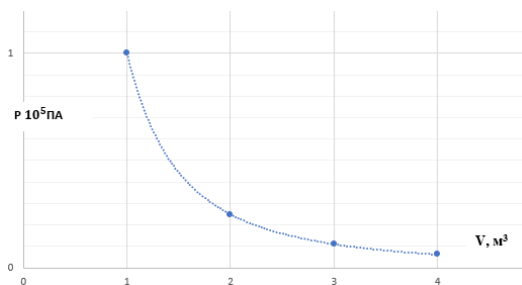
$$\mu = \frac{\Delta h}{s} = 0,125 \quad (18)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 13 Если указана причина остановки лыжника, но нет в явной форме уравнения 13, то 1 балл	3
2	Записано уравнение 14 Если сделан рисунок с силами, записан закон Ньютона то 5 баллов Если просто записана формула, то 2 балла	5
3	Выведена формула 16 для работы сил трения, связанная с перемещением вдоль оси x	7
	Выведена формула 18	3
4	Получен результат	2
Итого		20

Задача 4 Одноатомный газ в количестве $\nu = 20$ молей совершает политропический процесс с показателем политропы n . Определите:

1. показатель политропы n ;
2. теплоёмкость газа;
3. изменение температуры;
4. количество теплоты;
5. изменение внутренней энергии;
6. работу, совершённую газом.



Указание: политропическим процессом называется процесс с постоянной теплоёмкостью. Давление и объём в нем связаны следующим соотношением:

$$PV^n = const$$

где $n = \frac{c - c_p}{c - c_v}$ – постоянная политропы.

Решение:

Запишем значение давление в каждой точке

	1	2	3
V, л	1	2	4
P 10 ⁵ Па	1	0,25	0,06

1. Определим показатель политропы из данных в таблице.

$$P_1 V_1^n = P_2 V_2^n \quad (19)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_2}{V_1}\right)^n = 2^n = 4 \quad (20)$$

При увеличении объёма в 2 раза давление уменьшилось в 4 раза, значит $n=2$.

2. Найдем теплоёмкость газа для одного моля вещества по показателю политропы n :

$$C = \frac{nC_v - C_p}{n-1}, \quad (21)$$

$$\text{т.к. } C_p = C_v + R, \quad C_v = \frac{3}{2}R \quad (22)$$

$$C = C_v - \frac{R}{n-1} = \frac{R}{2} \quad (23)$$

3. Изменение температуры

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$T = \frac{PV}{\nu R} \quad (24)$$

$$\text{Температура в первой точке: } T_1 = 1203 \text{ K} \quad (25)$$

$$\text{Температура в конечной точке: } T_3 = 300,8 \text{ K} \quad (26)$$

$$\text{Изменение температуры: } \Delta T = T_2 - T_1 = -902,5 \text{ K} \quad (27)$$

4. количество теплоты;

$$Q = \nu C \Delta T = -37500 \text{ Дж} \quad (28)$$

5. изменение внутренней энергии

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 112500 \text{ Дж} \quad (29)$$

6. работу, совершённую газом, найдем из первого начала термодинамики

$$A = Q - \Delta U = 75000 \text{ Дж} \quad (30)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	показатель политропы n : записано уравнение для определения показателя политропы 19 или/и 20-1 балл по графику выбраны оптимальные точки (1 и 2 в таблице) -2 получено значение - 1 балл	4
2	выведено уравнение для определения теплоёмкость газа 23 – 2 балла записано чему равно C_p – 1 балл C_v – 1 балл Получено значение C – 1 балл	5
3	Записано уравнение для определения температуры 24 - 1балла Записано значение T_1 – 1 балла T_2 - 1 балл Найдено изменение температуры – 1 балл	4
5	Записано уравнение для определения количества теплоты 28 -2 балла Получено значение – 1 балл	3

5	Записано уравнение для определения изменения внутренней энергии 29 2 балла Найдено значение 1 балл	3
7	Записана формула для определения работы 30 2 балла, совершённую газом - 1 балл	3
8	Итого	25

Задача 5. Электродвигатель поднимает груз со скоростью $v_1=1\text{ м/с}$, при этом в обмотке якоря возникает ток $I_1= 2\text{ А}$. Этот же груз он опускает груз со скоростью $v_2=1,5\text{ м/с}$, при этом в обмотке якоря возникает ток $I_2= 1\text{ А}$. Определите скорость холостого хода, т.е скорость подъёма нити без груза. Нить считать невесомой.

Указание: при вращении якоря возникает паразитное напряжение (ЭДС индукции) пропорциональное скорости движения нити.

Решение:

1. Падение напряжения на якоре при подъёме груза равно

$$U - \alpha v_1 = I_1 R, \quad (31)$$

где U - напряжение цепи, R - сопротивление обмотки якоря.

2. Падение напряжения на якоре при спуске груза равно

$$U - \alpha v_2 = I_2 R, \quad (32)$$

3. Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода равно

$$U - \alpha v_0 = I_0 R, \quad (33)$$

4. Мощность при подъёме или спуске груза равна мощности, выделяемой обмоткой якоря электродвигателя:

$$mgv = I^2 R. \quad (34)$$

В режиме холостого хода масса груза равна 0, а значит $I_0 = 0\text{ А}$.

5. Решая совместно уравнения 31 и 32 определим коэффициент α :

$$\alpha = \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R \quad (35)$$

6. Найдём падение напряжения, подставив 35 либо в 31, либо в 32

$$U = I_1 R + \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R v_1 = R \left(\frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{v_2 - v_1} \right) \quad (36)$$

7. Найдём скорость холостого хода:

$$v_0 = \frac{U}{\alpha} = \frac{R \left(\frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{v_2 - v_1} \right)}{\frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R} = \frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{I_1 - I_2} \quad (37)$$

8. Получен результат

$$v_0 = 2\text{ м/с} \quad (39)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Падение напряжения на якоре при подъёме 31 -	4
2	Падение напряжения на якоре при спуске 32	4
3	Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода	4
4	Обоснованно, что в режиме холостого хода ток через обмотку равен нулю -	4
5	Получено выражение для коэффициента α - уравнение 35	2
6	Получено выражение для падения напряжения, уравнение 36	2
7	Получено выражение для скорости холостого – выражение 37	4
8	Получено значение скорости -	1

Физика.10 класс

**Решения и критерии оценивания
Вариант 2**

Задача 1. С балкона тело бросили под углом к горизонту. Спустя время $t=2$ с модуль радиуса вектора равен $r=20\sqrt{3}$ м. Под каким углом к горизонту бросили тело, если его начальная скорость $v_0 = 20$ м/с.

Решение:

Первый способ. Векторный

Начало координат поместим на балконе. На рис. 1 представлен радиус вектор равный сумме двух векторов:

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2} \quad (1)$$

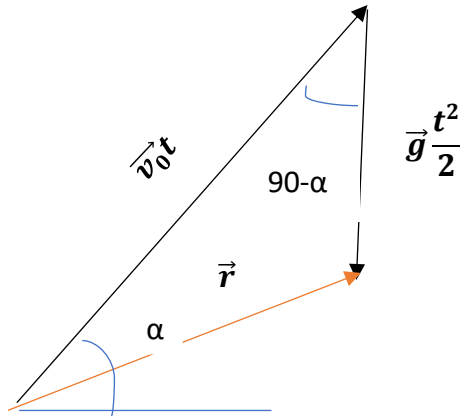


Рис. 1

По теореме косинусов значение модуля вектора перемещения:

$$r^2 = (v_0 t)^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2 - 2v_0 t \frac{g t^2}{2} \cos(90 - \alpha) \quad (2)$$

$$\sin \alpha = \cos(90 - \alpha) = \frac{r^2 - (v_0 t)^2 - \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2}{-2v_0 t \frac{g t^2}{2}} = 0,5 \quad (3)$$

$$\alpha = 30^\circ \quad (4)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Сделан рисунок сложения векторов	7
2	Записана теорема косинусов	5
3	Получен результат	3
	Итого:	15

Второй метод Координатный

$$x = v_0 \cos \alpha t \quad (4)$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (6)$$

$$r^2 = (v_0 \cos \alpha t)^2 + (v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2})^2 \quad (7)$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - r^2}{v_0 g t^3} = 0,5 \quad (8)$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 4	2
2	Записано уравнение 5	2
3	Записана формула для радиуса вектора	4
4	Получена формула 8 Если считали не в общем виде, то 2 из 4	4
5	Получен результат	3
	Итого	15

Задача 2. Определите расстояние ℓ между двумя звездами в созвездии альфа Центавра, образующих единую систему, считая, что они вращаются вокруг общего центра с периодом обращения $T=79$ лет.

Считать: систему двойной звезды изолированной, расстояние между звездами остается величиной постоянной, космические объекты считать материальными точками.

Гравитационная постоянная $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Н} \cdot \text{м}^2/\text{кг}^2$. Масса первой звезда $M=2,39 \cdot 10^{30} \text{ кг}$, масса второй звезды $m=1,79 \cdot 10^{30} \text{ кг}$.

Решение:

Поместим начало координат в центре более тяжелой звезды масс M , тогда координата центра масс, вокруг которого вращаются две звезды:

$$r_c = \frac{m}{m+M} \ell \quad (9)$$

Гравитационная сила между двумя телами, образовавших двойную систему, уравновешивается центростремительной силой:

$$\text{для первой звезды: } M \omega^2 r_c = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (10)$$

$$\text{для второй звезды } m\omega^2(\ell - r_c) = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (11)$$

Подставив (9) в(10) получаем:

$$\ell^3 = G \frac{(m + M)}{\omega^2} = G \frac{(m + M)T^2}{4\pi^2}$$

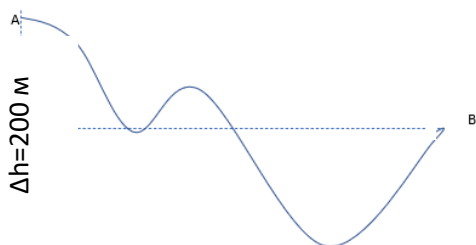
$$\ell = 6,9 \cdot 10^{10} \text{ м}$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 9	3
2	Записано уравнение 10 или 11	5
3	Выведена формула для расчета расстояния на основании 9 и 10 или формул или на основании 9 или 11	5
4	Получен результат	2
Итого		15

Задача 3. На рисунке 1 представлен профиль горного склона. С вершины (точка А) без усилий начинает скатываться лыжник. В точке В он останавливается. Коэффициент трения лыж о поверхность склона $\mu = 0,04$. Коэффициент трения считать постоянным, сопротивлением воздуха пренебречь. Разность высот между точкой А и В составляет 200 м

Определите перемещение вдоль оси х равно S



Решение:

Если система не замкнута, то происходит изменение энергии системы за счет диссипативных сил (в нашем случае за счет работы силы трения).

$$E_{p_2} - E_{p_1} = A_{\text{тр}} \quad (13)$$

При движении по наклонной плоскости сила трения равна

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha \quad (14)$$

Элементарная работа силы трения на бесконечно малом участке равна

$$\Delta A_i = -\mu mg \cos \alpha \Delta \ell_i = -\mu mg \Delta x_i \quad (15)$$

Полная работа на всем участке движения равна сумме элементарных работ:

$$A = \sum \Delta A_i = -\sum \mu mg \Delta x_i = -\mu mg S \quad (16)$$

Используя уравнение 13 и 16, а также что $E_p = mgh$ получаем

$$mg\Delta h = \mu mgS \quad (17)$$

Коэффициент трения скольжения лыж о поверхность склона

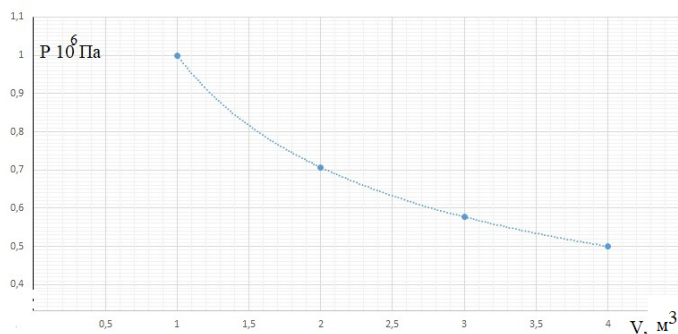
$$S = \frac{\Delta h}{\mu} = 5000 \text{ м} \quad (18)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 13 Если указана причина остановки лыжника, но нет в явной форме уравнения 13, то 1 балл	3
2	Записано уравнение 14 Если сделан рисунок с силами, записан закон Ньютона то 5 баллов Если просто записана формула, то 2 балла	5
3	Выведена формула 16 для работы сил трения, связанная с перемещением вдоль оси x	7
	Выведена формула 18	3
4	Получен результат	2
Итого		20

Задача 4 Одноатомный газ в количестве $\nu = 100$ моль совершает политропический процесс с постоянной политропы n . Определите:

1. показатель политропы n ;
2. теплоёмкость газа;
3. изменение температуры;
4. количество теплоты;
5. изменение внутренней энергии;
6. работу, совершённую газом.



Указание: политропическим процессом называется процесс с постоянной теплоёмкостью. Давление и объём в нем связаны следующим соотношением:

$$PV^n = const$$

где $n = \frac{C - C_p}{C - C_v}$ – постоянная политропы.

Решение:

Запишем значение давление и объёма в трех точках

	1	2	3
V, м ³	1	2	4
P 10 ⁶ Па	1	0,7	0,5

1. Определим показатель политропы из данных в таблице.

$$P_1 V_1^n = P_3 V_3^n \quad (19)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^n = 4^n = 2 \quad (20)$$

При увеличении объёма в 4 раза давление уменьшилось в 2 раза, значит n=0,5

2. Найдем теплоёмкость газа для одного моля вещества по показателю политропы n:

$$C = \frac{nC_v - C_p}{n-1}, \quad (21)$$

$$\text{т.к. } C_p = C_v + R, \quad C_v = \frac{3}{2}R \quad (22)$$

$$C = C_v - \frac{R}{n-1} = \frac{7R}{2} \quad (23)$$

3. Изменение температуры

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$T = \frac{PV}{\nu R} \quad (24)$$

$$\text{Температура в первой точке: } T_1 = 1203,4 \text{ K} \quad (25)$$

$$\text{Температура в конечной точке: } T_3 = 2406,7 \text{ K} \quad (26)$$

$$\text{Изменение температуры: } \Delta T = T_2 - T_1 = 1203,3 \text{ K} \quad (27)$$

4. количество теплоты;

$$Q = \nu C \Delta T = 3500, \text{ кДж} \quad (28)$$

5. изменение внутренней энергии

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 1500 \text{ кДж} \quad (29)$$

6. работу, совершённую газом, найдем из первого начала термодинамики

$$A = Q - \Delta U = 2000 \text{ кДж} \quad (30)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	показатель политропы n: записано уравнение для определения показателя политропы 19 или/и 20- 1 балл по графику выбраны оптимальные точки (1 и 2 в таблице) -2 получено значение - 1 балл	4
2	выведено уравнение для определения теплоёмкость газа 23 – 2 балла записано чему равно C _p – 1 балл C _v – 1 балл Получено значение C – 1 балл	5
3	Записано уравнение для определения температуры 24 - 1балла	4

	Записано значение T_1 – 1 балла T_2 - 1 балл Найдено изменение температуры – 1 балл	
5	Записано уравнение для определения количества теплоты 28 -2 балла Получено значение – 1 балл	3
5	Записано уравнение для определения изменения внутренней энергии 29 2 балла Найдено значение 1 балл	3
7	Записана формула для определения работы 30 2 балла, совершённую газом - 1 балл	3
8	Итого	25

Задача 5. Электродвигатель поднимает груз со скоростью $v_1=0,5\text{ м/с}$, при этом в обмотке якоря возникает ток $I_1=3,2\text{ А}$. Этот же груз он опускает груз со скоростью $v_2=1,0\text{ м/с}$, при этом в обмотке якоря возникает ток $I_2=1,6\text{ А}$. Определите скорость холостого хода, т.е. скорость подъёма нити без груза. Нить считать невесомой.

Указание: при вращении якоря возникает паразитное напряжение (ЭДС индукции) пропорциональное скорости движения нити.

Решение:

1. Падение напряжения на якоре при подъёме груза равно

$$U - \alpha v_1 = I_1 R, \quad (31)$$

где U - напряжение цепи, R - сопротивление обмотки якоря.

2. Падение напряжения на якоре при спуске груза равно

$$U - \alpha v_2 = I_2 R, \quad (32)$$

3. Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода равно

$$U - \alpha v_0 = I_0 R, \quad (33)$$

4. Мощность при подъёме или спуске груза равна мощности, выделяемой обмоткой якоря электродвигателя:

$$mgv = I^2 R. \quad (34)$$

В режиме холостого хода масса груза равна 0, а значит $I_0 = 0\text{ А}$.

5. Решая совместно уравнения 31 и 32 определим коэффициент α :

$$\alpha = \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R \quad (35)$$

6. Найдём падение напряжения, подставив 35 либо в 31, либо в 32

$$U = I_1 R + \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R v_1 = R \left(\frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{v_2 - v_1} \right) \quad (36)$$

7. Найдём скорость холостого хода:

$$v_0 = \frac{U}{\alpha} = \frac{R \left(\frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{v_2 - v_1} \right)}{\frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R} = \frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{I_1 - I_2} \quad (37)$$

8. Получен результат

$$v_0 = 3/2 \text{ м/с} \quad (39)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Падение напряжения на якоре при подъёме 31 -	4
2	Падение напряжения на якоре при спуске 32	4
3	Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода	4
4	Показано, что в режиме холостого хода ток через обмотку равен нулю -	4
5	Получено выражение для коэффициента α - уравнение 35	2
6	Получено выражение для падения напряжения, уравнение 36	2
7	Получено выражение для скорости холостого – выражение 37	4
8	Получено значение скорости -	1
	Итого	25

Физика.10 класс

**Решения и критерии оценивания
Вариант 3**

Задача 1. Тело бросили под углом к горизонту. Спустя время $t=1$ с модуль радиус вектора равен $r=5\sqrt{57}$ м. Под каким углом к горизонту бросили тело, если его начальная скорость $v_0 = 40$ м/с.

Решение:

Первый способ. Векторный

На рис. 1 представлен радиус вектор равный сумме двух векторов:

$$\vec{r} = \vec{v}_0 t + \frac{\vec{g} t^2}{2} \quad (1)$$

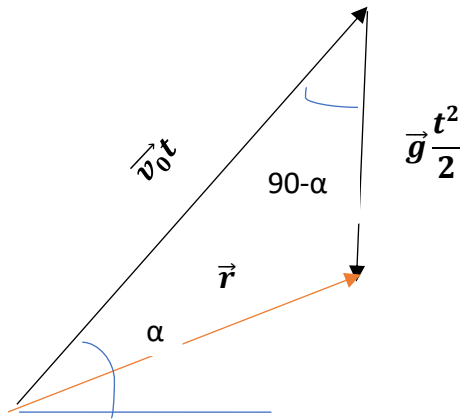


Рис. 1

По теореме косинусов значение модуля вектора перемещения:

$$r^2 = (v_0 t)^2 + \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2 - 2v_0 t \frac{g t^2}{2} \cos(90 - \alpha) \quad (2)$$

$$\sin \alpha = \cos(90 - \alpha) = \frac{r^2 - (v_0 t)^2 - \left(\frac{g t^2}{2}\right)^2}{-2v_0 t \frac{g t^2}{2}} = 0,5 \quad (3)$$

$$\alpha = 30^\circ \quad (4)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Сделан рисунок сложения векторов	7
2	Записана теорема косинусов	5
3	Получен результат	3
	Итого:	15

Второй метод. Координатный

$$x = v_0 \cos \alpha t \quad (4)$$

$$y = v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2} \quad (5)$$

$$r^2 = x^2 + y^2 \quad (6)$$

$$r^2 = (v_0 \cos \alpha t)^2 + (v_0 \sin \alpha t - \frac{gt^2}{2})^2 \quad (7)$$

$$\sin \alpha = \frac{v_0^2 t^2 + \frac{g^2 t^4}{4} - r^2}{v_0 g t^3} = 0,5 \quad (8)$$

$$\alpha = 30^\circ$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 4	2
2	Записано уравнение 5	2
3	Записана формула для радиуса вектора	4
4	Получена формула 8 Если считали не в общем виде, то 2 из 4	4
5	Получен результат	3
	Итого	15

Задача 2. Определите расстояние ℓ между двумя звездами в двойной системе Капелла, считая, что они вращаются вокруг общего центра с периодом обращения $T=104$ года .

Считать: систему двойной звезды изолированной, расстояние между ними остается величиной постоянной, космические объекты считать материальными точками.

Гравитационная постоянная $G=6,67 \cdot 10^{-11}$ Н·м²/кг². Масса первой звезды $M=5,35 \cdot 10^{30}$ кг, масса второй звезды $m=5,09 \cdot 10^{30}$ кг.

Решение:

Поместим начало координат в центре более тяжелой звезды масс M , тогда координата центра масс, вокруг которого вращаются две звезды:

$$r_c = \frac{m}{m+M} \ell \quad (9)$$

Гравитационная сила между двумя телами, образовавших двойную систему, уравновешивается центробежной силой:

$$\text{для первой звезды: } M \omega^2 r_c = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (10)$$

$$\text{для второй звезды } m \omega^2 (\ell - r_c) = G \frac{mM}{\ell^2} \quad (11)$$

Подставив (9) в(10) получаем:

$$\ell^3 = G \frac{(m + M)}{\omega^2} = G \frac{(m + M)T^2}{4\pi^2}$$

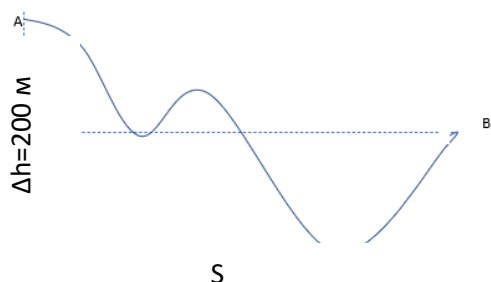
$$\ell = 1,1 \cdot 10^{11} \text{ м}$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 9	3
2	Записано уравнение 10 или 11	5
3	Выведена формула для расчета расстояния на основании 9 и 10 или формул или на основании 9 или 11	5
4	Получен результат	2
Итого		15

Задача 3. На рисунке 1 представлен профиль горного склона. С вершины (точка А) без усилий начинает скатываться лыжник. В точке В он останавливается. Коэффициент трения лыж о поверхность склона $\mu = 0,5$. Коэффициент трения считать постоянным, сопротивлением воздуха пренебречь. Перемещение вдоль оси х равно $S=2000$ м.

Определите разность высот между точкой А и В



Решение:

Если система не замкнута, то происходит изменение энергии системы за счет диссипативных сил (в нашем случае за счет работы силы трения).

$$E_{p_2} - E_{p_1} = A_{\text{тр}} \quad (13)$$

При движении по наклонной плоскости сила трения равна

$$F_{\text{тр}} = \mu mg \cos \alpha \quad (14)$$

Элементарная работа силы трения на бесконечно малом участке равна

$$\Delta A_i = -\mu mg \cos \alpha \Delta \ell_i = -\mu mg \Delta x_i \quad (15)$$

Полная работа на всем участке движения равна сумме элементарных работ:

$$A = \sum \Delta A_i = -\sum \mu mg \Delta x_i = -\mu mg S \quad (16)$$

Используя уравнение 13 и 16, а также что $E_p = mgh$ получаем

$$mg \Delta h = \mu mg S \quad (17)$$

Коэффициент трения скольжения лыж о поверхность склона

$$\Delta h = \mu S = 1000 \text{ м} \quad (18)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Записано уравнение 13 Если указана причина остановки лыжника, но нет в явной форме уравнения 13, то 1 балл	3
2	Записано уравнение 14 Если сделан рисунок с силами, записан закон Ньютона то 5 баллов Если просто записана формула, то 2 балла	5
3	Выведена формула 16 для работы сил трения, связанная с перемещением вдоль оси x	7
	Выведена формула 18	3
4	Получен результат	2
Итого		20

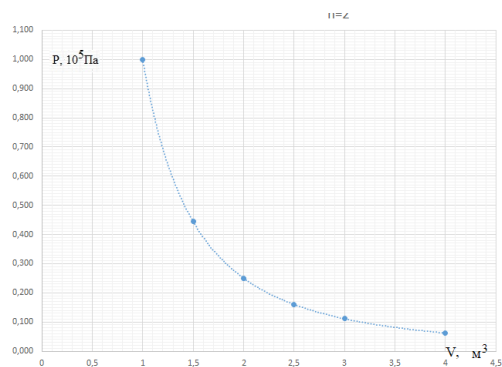
Задача 4 Одноатомный газ в количестве $\nu = 10$ моль совершает политропический процесс с постоянной политропы n . Определите:

1. показатель политропы n ;
2. теплоёмкость газа;
3. изменение температуры;
4. количество теплоты;
5. изменение внутренней энергии;
6. работу, совершённую газом.

Указание: политропическим процессом называется процесс с постоянной теплоёмкостью. Давление и объём в нем связаны следующим соотношением:

$$PV^n = const$$

где $n = \frac{C - C_P}{C - C_V}$ – постоянная политропы.



Решение:

Запишем значение давление в трех точках

	1	2	3	4
V, л	1	2	3	4

$P \cdot 10^5 \text{ Па}$	1	0,25	1,1	0,06

1. Определим показатель политропы из данных для точек 1 и 2 в таблице.

$$P_1 V_1^n = P_3 V_3^n \quad (19)$$

$$\frac{P_1}{P_2} = \left(\frac{V_3}{V_1}\right)^n = (2)^n = 4 \quad (20)$$

При увеличении объёма в 4 раза давление уменьшилось в 4 раза, значит $n=2$

2. Найдем теплоёмкость газа для одного моля вещества по показателю политропы n :

$$C = \frac{nC_v - C_p}{n-1}, \quad (21)$$

$$\text{т.к. } C_p = C_v + R, \quad C_v = \frac{3}{2}R \quad (22)$$

$$C = C_v - \frac{R}{n-1} = \frac{R}{2} \quad (23)$$

3. Изменение температуры

Из уравнения Менделеева-Клапейрона

$$T = \frac{PV}{\nu R} \quad (24)$$

$$\text{Температура в первой точке: } T_1 = 1203,4 \text{ K} \quad (25)$$

$$\text{Температура в конечной точке: } T_3 = 300,8 \text{ K} \quad (26)$$

$$\text{Изменение температуры: } \Delta T = T_2 - T_1 = 902,6 \text{ K} \quad (27)$$

4. количество теплоты;

$$Q = \nu C \Delta T = 37503,0, \text{ Дж} \quad (28)$$

5. изменение внутренней энергии

$$\Delta U = \frac{3}{2} \nu R \Delta T = 11509,1 \text{ Дж} \quad (29)$$

6. работу, совершённую газом, найдем из первого начала термодинамики

$$A = Q - \Delta U = -75006,1 \text{ Дж} \quad (30)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	показатель политропы n : записано уравнение для определения показателя политропы 19 или/и 20- 1 балл по графику выбраны оптимальные точки (1 и 2 в таблице) -2 получено значение - 1 балл	4
2	выведено уравнение для определения теплоёмкость газа 23 – 2 балла записано чему равно C_p – 1 балл C_v – 1 балл Получено значение C – 1 балл	5
3	Записано уравнение для определения температуры 24 - 1 балла Записано значение T_1 – 1 балла T_2 - 1 балл Найдено изменение температуры – 1 балл	4
5	Записано уравнение для определения количества теплоты 28 -2 балла Получено значение – 1 балл	3

5	Записано уравнение для определения изменения внутренней энергии 29 2 балла Найдено значение 1 балл	3
7	Записана формула для определения работы 30 2 балла, совершённую газом - 1 балл	3
8	Итого	25

Задача 5. Электродвигатель поднимает груз со скоростью $v_1=0,5\text{ м/с}$, при этом в обмотке якоря возникает ток $I_1=3,2\text{ А}$. Этот же груз он опускает груз со скоростью v_2 , при этом в обмотке якоря возникает ток $I_2=1,6\text{ А}$. Определите скорость v_2 , если скорость холостого хода $v_0 = 1,5 \frac{\text{м}}{\text{с}}$. Скорость холостого хода – скорость подъёма нити без груза. Нить считать невесомой.

Указание: при вращении якоря возникает паразитное напряжение (ЭДС индукции) пропорциональное скорости движения нити.

Решение:

1. Падение напряжения на якоре при подъёме груза равно

$$U - \alpha v_1 = I_1 R, \quad (31)$$

где U - напряжение цепи, R - сопротивление обмотки якоря.

2. Падение напряжения на якоре при спуске груза равно

$$U - \alpha v_2 = I_2 R, \quad (32)$$

3. Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода равно

$$U - \alpha v_0 = I_0 R, \quad (33)$$

4. Мощность при подъёме или спуске груза равна мощности, выделяемой обмоткой якоря электродвигателя:

$$mgv = I^2 R. \quad (34)$$

В режиме холостого хода масса груза равна 0, а значит $I_0 = 0\text{ А}$.

5. Решая совместно уравнения 31 и 32 определим коэффициент α :

$$\alpha = \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R \quad (35)$$

6. Найдём падение напряжения, подставив 35 либо в 31, либо в 32

$$U = I_1 R + \frac{I_1 - I_2}{v_2 - v_1} R v_1 = R \left(\frac{I_1 v_2 - I_2 v_1}{v_2 - v_1} \right) \quad (36)$$

7. Найдём скорость v_2 : при спуске:

$$v_2 = \frac{(I_1 - I_2)v_0 + I_2 v_1}{I_1} \quad (37)$$

8. Получен результат

$$v_2 = 1\text{ м/с} \quad (39)$$

Критерии оценивания:

№	Критерий	Баллы
1	Падение напряжения на якоре при подъёме 31 -	4
2	Падение напряжения на якоре при спуске 32	4
3	.Падение напряжения на якоре в режиме холостого хода	4
4	Показано, что в режиме холостого хода ток через обмотку равен нулю -	4
5	Получено выражение для коэффициента α - уравнение 35	2
6	Получено выражение для падения напряжения, уравнение 36	2
7	Получено выражение для скорости v_2 37	4
8	Получено значение скорости -	1
	Итого	25

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 1

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр. Оцените его показания, если вблизи вольтметра по этим путям движется поезд со скоростью V . Расстояние между рельсами L . Вертикальная составляющая магнитного поля Земли B . (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закона Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный (бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для ЭДС (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом с расходом μ кг/с. Какую дополнительную силу тяги (кроме преодоления сил трения) должен развивать локомотив для движения состава с постоянной скоростью V ? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}. \text{ Так как скорость состава не меняется, то } \Delta V = 0, \text{ а}$$

$$\Delta m = \mu\Delta t. \text{ Тогда для силы получим: } F = \mu V.$$

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Активность источника A распадов в секунду, скорость альфа-частиц V много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены к радиоактивному материалу и сфере. Какую максимальную силу тока может

обеспечить эта батарея? Какую максимальную разность потенциалов можно наблюдать на клеммах? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батареи. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Максимальная разность

потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и

достигнуть сферы. Пограничное состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда:

$$\Delta\phi = \frac{mV^2}{4e}. \text{ Здесь } m - \text{ масса ядра гелия.}$$

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока

(5 баллов)

Получено верное выражение для тока **(5 баллов)**

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциалов **(5 баллов)**

Получено верное выражение разности потенциалов **(5 баллов)**

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку массы m и объемом V_0 , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Оцените эту критическую глубину. (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho gV \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0 V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с

учетом (1) получим:
$$h = \frac{P_0}{g} \left(\frac{V_0}{m} - \frac{1}{\rho} \right).$$

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести **(4 балла)**

Верно записано условия безразличного плавания **(2 балл)**

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс **(2 балла)**)

Получен окончательный ответ **(2 балл)**

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав земной атмосферы примерно следующий: 70% - азот, 29% - кислород, 1% - углекислый газ. Средняя температура 273 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере на высоте 5 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{03} e^{-\frac{\mu_3 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02}, n_{03} \text{ - концентрации газов на}$$

уровне моря, которые пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены

обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$, $R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная.

Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 71.94%, кислород – 27.33%, углекислый газ – 0.73%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. **(5 баллов)**

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов **(15 баллов)**

Получены верные числовые значения для химического состава **(10 баллов)**

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m с зарядом q включено магнитное поле индукции B . Какую угловую скорость вращения приобретет кольцо после выключения магнитного поля? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на

длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = m \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

приращения скорости будем иметь: $\Delta\omega = \Delta\left(\frac{V}{R}\right) = \frac{q\Delta B}{2m}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для угловой скорости. **(7 баллов)**

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания Вариант 2

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр, показания которого U , если вблизи вольтметра по этим путям движется поезд со скоростью V . Расстояние между рельсами L . Какова вертикальная составляющая магнитного поля Земли? (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закону Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный

(бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС. Тогда для индукции поля получим: $B = \frac{U}{LV}$.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для поля Земли (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом с расходом μ кг/с. Кроме силы для преодоления трения, локомотив развивает дополнительную тягу F для поддержки постоянной скорости состава. Какова эта скорость? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}$. Так как скорость состава не меняется, то $\Delta V = 0$, а

$\Delta m = \mu\Delta t$. Тогда для скорости: $V = \frac{F}{\mu}$.

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Активность источника A распадов в секунду, скорость альфа-частиц много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены

к радиоактивному материалу и сфере. Какую максимальную силу тока может обеспечить эта батарея? Элемент обеспечивает максимальную разность потенциалов $\Delta\phi$. Какова скорость альфа-частиц? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батарее. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Максимальная разность

потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и

достигнуть сферы. Пограничное состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда:

$V = \sqrt{\frac{4e\Delta\phi}{m}}$. Здесь m - масса ядра гелия.

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока (5 баллов)

Получено верное выражение для тока (5 баллов)

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциалов (5 баллов)

Получено верное выражение скорости частиц (5 баллов)

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку объемом V_0 , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Критическая глубина h . Какова масса пробирки? (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho g V \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с учетом (1) получим: $m = \rho \frac{P_0V_0}{(P_0 + \rho gh)}$.

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести **(4 балла)**

Верно записано условия безразличного плавания **(2 балл)**

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс) **(2 балла)**

Получен окончательный ответ **(2 балл)**

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав венерианской атмосферы примерно следующий: 96% - углекислый газ, 4% - азот. Средняя температура 740 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере планеты на высоте 10 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02} - \text{концентрации газов на уровне моря, которые}$$

пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$,

$R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная. Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 5.1%, углекислый газ – 95.9%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. **(5 баллов)**

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов **(15 баллов)**

Получены верные числовые значения для химического состава **(10 баллов)**

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m с зарядом q включено магнитное поле. После выключения поля кольцо приобрело угловую скорость вращения ω . Чему была равна индукция поля до выключения? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = t \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

индукции поля будем иметь: $B = \frac{2\Delta\varphi t}{q}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для индукции поля. **(7 баллов)**

Физика. 11 класс

Решения и критерии оценивания

Вариант 3

1. К двум рельсам железнодорожного пути подсоединили идеальный вольтметр, показания которого равны U . Расстояние между рельсами L . Вертикальная составляющая магнитного поля Земли B . С какой скоростью движется поезд вблизи вольтметра по этим путям? (5 баллов)

Решение:

Колесная пара вагонов (колеса и ось) представляет собой сплошное металлическое тело, поэтому при движении состава через площадь, ограниченную колесами, рельсами и цепью вольтметра меняется магнитный поток земного поля. Согласно закона Фарадея, для модуля ЭДС индукции можно записать: $\varepsilon = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = \frac{B\Delta S}{\Delta t} = B \frac{LV\Delta t}{\Delta t} = BLV$. Так как вольтметр идеальный

(бесконечное внутреннее сопротивление), то его показания совпадают с этой ЭДС. Тогда для скорости получим: $V = \frac{U}{BL}$.

Критерии оценивания:

Записано выражение для закона Фарадея (2 балла)

Верно записано выражение для магнитного потока (2 балла)

Получен окончательный ответ для скорости (1 балл)

2. Локомотив толкает грузовые вагоны под подгрузочным конусом, из которого вагоны наполняются сыпучим материалом. Кроме преодоления сил трения локомотив развивает дополнительную тягу для движения состава с постоянной скоростью V . С какой скоростью заполняются вагоны (каков расход сыпучего материала μ в кг/с)? (20 баллов)

Решение:

Локомотив должен прикладывать силу тяги не только для преодоления не только возрастающей силы трения, но и на разгон сыпучего груза, попадающего в вагоны и увлекаемого в движение со скоростью состава. Оценить эту дополнительную силу можно с помощью уравнения Ньютона:

$F = \frac{\Delta p}{\Delta t} = \frac{\Delta(mV)}{\Delta t} = \frac{(m + \Delta m)(V + \Delta V) - mV}{\Delta t}$. Так как скорость состава не меняется, то $\Delta V = 0$, а

$\Delta m = \mu\Delta t$. Тогда для расхода груза получим: $\mu = \frac{F}{V}$.

Критерии оценивания:

Записан второй закон Ньютона с использованием импульса (8 баллов)

Верно расписано выражение для изменения импульса (8 баллов)

Получен окончательный ответ (4 балла)

3. Атомная батарея (источник тока) представляет собой металлическую сферу радиуса R , в центре которой закреплен малый по размеру радиоактивный источник альфа-излучения. Скорость альфа-частиц V много меньше скорости света. Альфа-частицы, двигаясь от источника, оседают на сфере. Клеммы батареи подсоединены к радиоактивному материалу и

сфере. Максимальная силу тока, которую может обеспечить эта батарея I ? Какую максимальную разность потенциалов можно наблюдать на клеммах? Какова активность источника A (распадов в секунду)? (20 баллов)

Решение:

При альфа-радиоактивном распаде вещество испускает ядра гелия (удвоенный элементарный заряд $2e$). Эти частицы направляются к металлической сфере и, оседая на ней, обеспечивают положительный потенциал этого кожуха. Сам радиоактивный кристалл, теряя положительные частицы, заряжается отрицательно. Таким образом, на клеммах такой батареи возникает разность потенциалов. Максимальное значение силы тока будет достигнуто, когда все распадные альфа-частицы участвуют в переносе заряда во внешней цепи, подключенной к этой

батарее. Согласно определению силы тока: $I_{\max} = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \frac{2e \cdot A \cdot \Delta t}{\Delta t} = 2eA$. Тогда для активности

получим: $A = \frac{I_{\max}}{2e}$. Максимальная разность потенциалов будет достигнута тогда, когда заряд

радиоактивного кристалла столь велик, что кинетической энергии распадных частиц недостаточно, чтобы преодолеть притяжение к нему и достигнуть сферы. Пограничное

состояние достигается при условии: $2e \cdot \Delta\phi = \frac{mV^2}{2}$. Отсюда: $\Delta\phi = \frac{mV^2}{4e}$. Здесь m - масса ядра

гелия.

Критерии оценивания:

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения силы тока (5 баллов)

Получено верное выражение для тока и выражена активность (5 баллов)

Сделано верное предположение об условии достижения максимального значения разности потенциала (5 баллов)

Получено верное выражение разности потенциалов (5 баллов)

4. Игрушка "Картезианский водолаз" представляет собой небольшую пробирку массы m , которую в перевернутом виде (открытым концом вниз) погрузили в воду. Часть объема при этом оказалось заполнено из-за гидростатического давления. При этом пробирка обладает положительной плавучестью (не тонет). Внешнее давление равно атмосферному P_0 , но если его повышать, то пробирка-водолаз с некоторого момента начнет погружаться. Причем, существует такая глубина погружения, с которой водолаз не вернется на поверхность даже при уменьшении давления до атмосферного, а напротив, продолжит необратимое погружение. Критическая глубина h . Каков объем пробирки? (10 баллов)

Решение:

Существование критической глубины обусловлено гидростатическим давлением, которое увеличивается с глубиной. На этой глубине давление столь велико, что воздух сжат настолько сильно, что его объем недостаточен, чтобы сила Архимеда выиграла конкуренцию с силой тяжести. При глубинах чуть больших критической выталкивающая сила будет заведомо меньше силы тяжести, и водолаз будет обладать отрицательной плавучестью. Это событие наступает при условии:

$$mg = \rho g V \quad (1),$$

где V - объем воздуха в пробирке, ρ - плотность воды. Если считать, что процесс погружения водолаза и сжатия воздуха изотермическим, то можно записать: $P_0 V_0 = (P_0 + \rho gh)V$. Отсюда с учетом (1) получим: $V_0 = m \frac{(P_0 + \rho gh)}{P_0 \rho}$.

Критерии оценивания:

Приведены верные обоснования существования критической глубины достижения отрицательной плавучести (**4 балла**)

Верно записано условия безразличного плавания (**2 балл**)

Записано выражение для связи начального и конечного объема воздушной полости (изотермический процесс (**2 балла**))

Получен окончательный ответ (**2 балл**)

5. Концентрация газов в атмосфере планет в зависимости от высоты h с хорошей точностью описывается формулой Больцмана: $n = n_0 e^{-\frac{mgh}{k_B T}}$. Здесь n_0 - концентрация на уровне моря, m - масса молекулы, k_B - постоянная Больцмана, T - абсолютная температура (считайте ее на любой высоте одинаковой). Приблизительный состав марсианской атмосферы примерно следующий: 2.7% - азот, 1.7% - аргон, 95.4% - углекислый газ. Средняя температура 240 К. Каково процентное содержание этих газов в атмосфере на высоте 10 км? (30 баллов)

Решение:

Процентное содержание, например, первого газа на высоте h можно определить по формуле:

$$\frac{n_1}{n_1 + n_2 + n_3} = \frac{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}}}{n_{01} e^{-\frac{\mu_1 gh}{RT}} + n_{02} e^{-\frac{\mu_2 gh}{RT}} + n_{03} e^{-\frac{\mu_3 gh}{RT}}}. \text{ Здесь } n_{01}, n_{02}, n_{03} - \text{концентрации газов на}$$

уровне моря, которые пропорциональны долям на этом уровне. В показателях степени введены

обозначения: $m = \frac{\mu}{N_A}$, $R = N_A k_B$, N_A - число Авогадро, R - универсальная газовая постоянная.

Аналогичные расчеты для других газов. Численные расчеты дают: азот – 5.7%, аргон – 2%, углекислый газ – 92%

Критерии оценивания:

Переписана формула Больцмана через молярную массу газов. (**5 баллов**)

Получено выражение для относительной концентрации отдельных газов (**15 баллов**)

Получены верные числовые значения для химического состава (**10 баллов**)

6. Перпендикулярно плоскости непроводящего покоящегося кольца массы m включено магнитное поле индукции B . Кольцо приобретает угловую скорость вращения ω . Каков заряд кольца? (15 баллов)

Решение:

При изменении потока $\Phi = BS = B \cdot \pi R^2$ через плоскость кольца по его периметру возникает вихревое электрическое поле (закон Фарадея), напряженность которого E помноженное на длину окружности кольца дает значение ЭДС индукции (по модулю): $\varepsilon = E \cdot 2\pi R = \frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$. Таким

образом, заряженное кольцо в этом поле испытывает силу и приобретает ускорение, которое

можно определить из уравнения Ньютона: $ma = m \frac{\Delta V}{\Delta t} = F = Eq$. С учетом закона Фарадея для

приращения скорости будем иметь: $q = \frac{2m\omega}{B}$.

Критерии оценивания:

Используя закон Фарадея, получено выражение для напряженности вихревого электрического поля **(8 баллов)**

С учетом выражения для напряженности поля, записан второй закон Ньютона и получено выражение для заряда. **(7 баллов)**