

**РЕСПУБЛИКАНСКИЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «ДАРЫН»
ЧЕТВЕРТЫЙ (ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ) ЭТАП РЕСПУБЛИКАНСКОЙ
ОЛИМПИАДЫ ПО ПРЕДМЕТУ ФИЗИКА (2023-2024 УЧЕБНЫЙ ГОД)
10 класс, 1 тур**

Время работы: 5 часов

Задача 1. «Солянка» [10,0 баллов]

Эта задача состоит из трех независимых частей.

Часть 1.1. Разлет (3,0 балла)

На наклонной плоскости с углом наклона к горизонту α разрывается на множество частиц снаряд так, что его осколки разлетаются с одинаковой скоростью равномерно во все стороны под всевозможными углами, причём вертикально летящие осколки достигают высоты h над эпицентром взрыва.

- 1) Какая область в воздухе может быть поражена осколками? Найдите уравнение ограничивающей её поверхности.
- 2) Найдите геометрическое место точек на склоне, в которые могли попасть осколки – уравнение ограничивающей её линии.
- 3) Для $\alpha = \frac{\pi}{6}$ сравните интенсивность падающих осколков на единицу площади $I = \frac{dN}{dS}$ в точках, удалённых на $h/2$ вверх и вниз по склону от эпицентра взрыва.

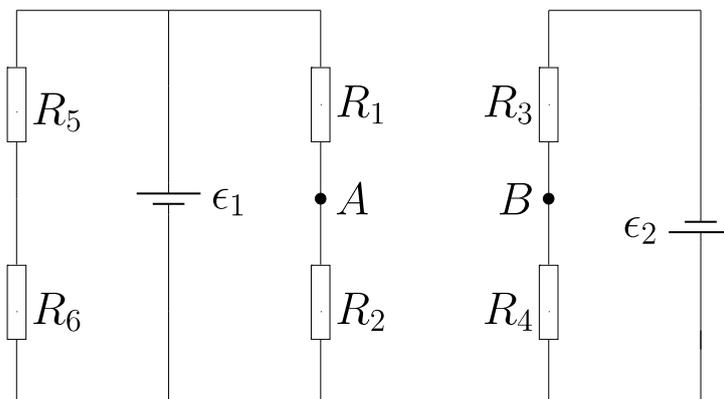
Часть 1.2 Неупруго и шероховато (3,5 балла)

Шар массы m и радиуса R налетает со скоростью v_0 на такой же покоящийся шар так, что направление скорости составляет угол α с линией, соединяющей центры шаров. Известно, что два таких же шара после центрального удара теряют 75% от потери энергии при абсолютно неупругом ударе. Коэффициент трения между шарами равен μ . Какие скорости имеют центры шаров, и какие угловые скорости имеют шары после удара в случае, если проскальзывание за время удара прекратилось? А если проскальзывание за время удара не прекратилось?

Часть 1.3 Электрическая схема (3,5 балла)

Схема состоит из шести постоянных резисторов и двух источников постоянного тока. Значения сопротивлений резисторов равны $R_1 = 3 \text{ Ом}$, $R_2 = 4 \text{ Ом}$, $R_3 = R_5 = 3 \text{ Ом}$, $R_4 = R_6 = 2 \text{ Ом}$. Значения э.д.с. источников тока равно $\epsilon_1 = 35 \text{ В}$, $\epsilon_2 = 25 \text{ В}$.

1. Найти напряжение на резисторе R_5 .
2. К точкам АВ соединили идеальный вольтметр. Найти его показания.



Задача 2. Тонкие линзы [10,0 баллов]

Тонкая линза – оптическое устройство, меняющее направление распространения пучков света и имеющее две поверхности, каждая из которых может быть либо сферической, либо плоской формы. Линза считается тонкой, если ее толщина мала по сравнению с радиусами кривизны ее поверхностей.

Линза называется собирающей, если после преломления в ней параллельный главной оптической оси пучок собирается в одной точке, называемой фокусом линзы.

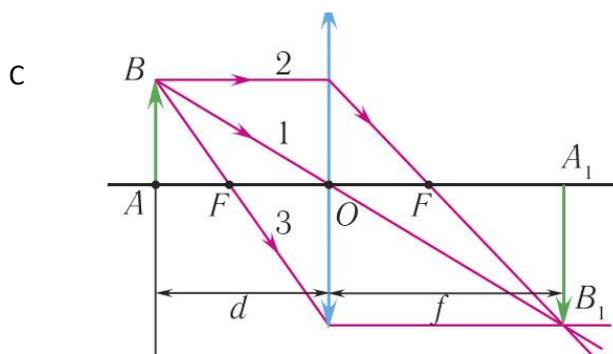


Рис-1. Прохождение лучей через собирающую линзу: OF – фокусное расстояние; AB – предмет высоты h ; A_1B_1 – изображение высоты H ; d – расстояние от предмета до линзы; f – расстояние от изображения до линзы; прямая, содержащая AA_1 – главная оптическая ось.

1. Из рисунка 1 вывести формулу тонкой линзы, связывающей фокусное расстояние F через d и f .

С помощью полученной формулы линзы попробуем решить типовую задачу.

2. Пусть фокусное расстояние линзы $F = 10$ см. Найдите расстояние от изображения до линзы f , если расстояние от предмета до линзы составляет $d = 30$ см. Нарисуйте схему построения изображения в масштабе.

Следующая типовая задача для двух собирающих линз.

3. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями $F_1 = 2$ см и $F_2 = 1.5$ см расположены на расстоянии $l = 8$ см друг от друга. Предмет высоты $h = 2$ см находится на расстоянии $d_1 = 3$ см от первой линзы. На каком расстоянии f_2 от второй линзы получится изображение предмета после прохождения лучей через обе линзы? Какова высота H_2 полученного изображения? Нарисуйте схему построения изображения в масштабе.

4. Две собирающие линзы с фокусными расстояниями $F_1 = 2$ см и $F_2 = 4$ см расположены на расстоянии $l = 10$ см друг от друга. На каком расстоянии от системы линз d надо расположить предмет, чтобы получить параллельные лучи после прохождения лучей от предмета через систему линз. Нарисуйте схему построения изображения в масштабе.

Человеческий глаз можно представить в виде собирающей линзы с переменным фокусным расстоянием. Напрягая мышцы глаза, можно менять его фокусное расстояние. При рассмотрении очень далеких предметов, в глаз идут практически параллельные лучи, в этом случае глазу не нужно напрягаться, поэтому он мало устает. Однако, ближайшая точка для наилучшего зрения является 25 см.

Простой микроскоп состоит из двух собирающих линз: окуляра и объектива.

5. Фокусные расстояния объектива и окуляра микроскопа $F_1 = 3$ мм и $F_2 = 5$ см. Предмет находится от объектива на расстоянии $d = 3,1$ мм. Найти увеличение k микроскопа и расстояние l между объективом и окуляром, для ненапряженного глаза и расстояния наилучшего зрения $d_0 = 25$ см.

Задача 3. Оценочная дифференциальная термодинамика [10,0 баллов]

Постоянная Авогадро – $6.02 \cdot 10^{23}$ моль⁻¹, плотность жидкости в данной задаче $\rho = 876 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, её молярная масса 78 г/моль, газовая постоянная $R = 8.31 \frac{\text{Дж}}{\text{моль} \cdot \text{К}}$, атмосферное давление $P_A = 101$ кПа.

1. Предложите расчёт и рассчитайте энергию связи поверхностной молекулы жидкости, если известна её удельная теплота испарения при нескольких температурах. Погрешность расчёта указывать не требуется. Тепловым объёмным расширением жидкости пренебречь.

t, °C	50	60	70	80	90
r, кДж/кг	415,4	408,4	401,2	394,5	386,5

При данной температуре скорости молекул газа не неодинаковы. Функция распределения Максвелла по скоростям $f(v)$ показывает долю молекул газа, скорости которых находятся в малом интервале от v до $v + dv$. Пример её графика показан в приложении, а ниже приведены значения этой функции для некоторых скоростей и средних температур газа. Вкладом молекул со скоростями свыше 1200 м/с в дальнейшем пренебрегайте.

t, °C	50	60	70	80	90
V, м/с	$f, 10^{-3}$				
200	2.793	2.716	2,641	2.569	2.500
300	3.041	3.022	3,000	2,975	2,949
400	1.957	2.005	2,048	2,087	2,122
600	0.241	0.270	0.299	0.329	0.360
1100	0.004	0.006	0,009	0,014	0,021
1200	0.000	0.000	0,000	0,001	0,001

2. Оцените долю молекул x , способных покинуть жидкость при данных в таблице температурах.

3. Оцените давление насыщенного пара жидкости при данных температурах в предположении, что половина его молекул, попадающих на жидкость, отражаются от неё, а другая половина проникает в неё. Постройте график зависимости с рассчитанными точками и сглаживающей кривой.

4. Далее считайте, что зависимость давления насыщенного пара этой жидкости именно такова. Молекулу пара и соответственно жидкости считать многоатомной. Атмосферный воздух при **90°C**, загрязнённый парами этой жидкости на 25% от суммарного молярного содержания, расширяют адиабатически в закрытом сосуде под поршнем. Оцените, при какой температуре начнётся конденсация жидкости и дайте критерий допустимости этой оценки. Каково при этом давление смеси? Оцените также относительную ошибку при вашем способе расчёта давления.

5. Эту же смесь объёмом $V_0 = 10$ л сразу после начала конденсации продолжают расширять без теплообмена. Какая масса жидкости сконденсируется, когда объём увеличится ещё на 2% с начала конденсации?

3-есептің қосымшасы (10 сынып)/Приложение к задаче 3 (10 класс)

$T = 350$ К үшін график мысалы. Вертикаль ось бойынша миллиондық үлестер, горизонталь осьте метр секундына бірлігімен өлшенген жылдамдық.

Пример графика для $T = 350$ К. По вертикальной оси миллионные доли, по горизонтальной скорости в метрах в секунду.

