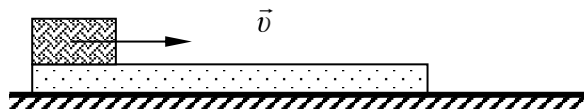


**Муниципальный этап всероссийской олимпиады школьников по физике.
2024/25 учебный год. 10 класс. Максимальный балл – 50.**

Задача №1

Вдоль доски массой m , закреплённой на гладкой горизонтальной поверхности, запустили со скоростью v небольшое тело массой m (см. рисунок). Тело переместилось по доске на расстояние s , после чего остановилось.



Вопрос №1

На какое расстояние переместится тело до остановки на закреплённой доске, если его массу уменьшат в два раза и запустят с той же начальной скоростью?

Вопрос №2

На какое расстояние относительно доски переместится тело, если его массу уменьшат в два раза (относительно начальной) и запустят с той же начальной скоростью по незакреплённой доске?

Задача №2

Известно, что рыбы живут в воде, но не могут жить в воздухе. В одной компьютерной игре ученые синтезировали супер-газ, в котором рыбы жили как в воде. Особенно полезным это оказалось при длительных космических путешествиях в невесомости, т.к. масса газа была значительно меньше массы жидкости, а рыбы в нем плавали без всяких затруднений.

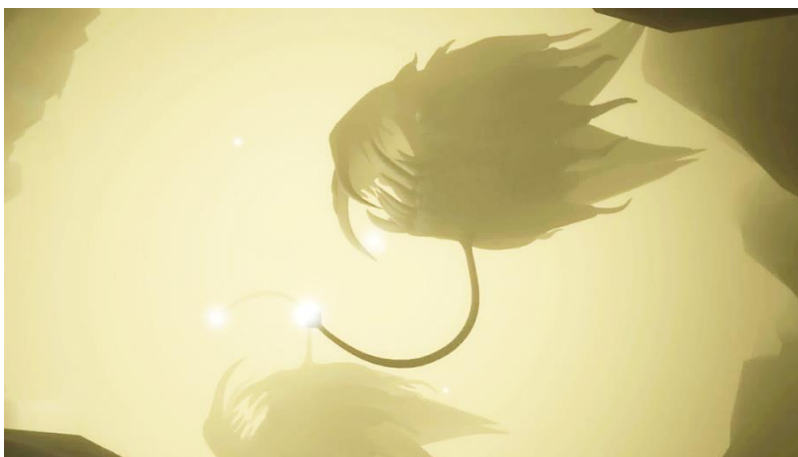


Рисунок 1 Скриншот из компьютерной игры, где удильщики живут в невесомости и плавают в газе

Возьмём конкретных рыб - удильщиков. В обычных условиях они живут на планете Земля на глубине около 2 километров под водой. На такой глубине температура воды примерно равна 4 градуса Цельсия.

Вопрос №1

Оцените плотность супер-газа, если его давление и температура будут соответствовать обычным условиям для удильщиков.

Считайте, что супер-газ при таких параметрах подчиняется уравнению Менделеева-Клапейрона. Молярная масса супер-газа 18 г/моль.

Определим скорость, с которой удильщик будет двигаться в супер-газе. Будем считать, что продвижение удильщика вперед происходит за счет действия реактивной силы, возникающей при отталкивании плавниками некоторого объема воды/газа. При этом на рыбу действует и сила сопротивления со стороны окружающей среды. При таких малых скоростях сила сопротивления хорошо описывается формулой $F_{\text{сопр}} = k\rho v$, где v – скорость относительно среды, ρ - плотность среды, а величина k зависит

только от формы и размеров объекта. Форма рыбы не обтекаемая, поэтому k велико. Установившаяся скорость движения удильщика в воде составляет 43 мм/с.

Рассмотрим две модели:

Модель №1. Будем считать, что в супер-газе рыбы поддерживают частоту и амплитуду гребков плавниками такую же, как в воде, то есть скорость движения плавников относительно тела рыбы одинакова в воде и супер-газе.

Модель №2. Будем считать, что в супер-газе рыбы поддерживают скорость движения плавников относительно тела рыбы такую же как в воде и совершают плавниками работу в единицу времени такую же как в воде.

Вопрос №2:

С какой установившейся скоростью будет двигаться удильщик в супер-газе в рамках первой модели?

Вопрос №3:

С какой установившейся скоростью будет двигаться удильщик в супер-газе в рамках второй модели?

Задача №3

У экспериментатора Глюка были два теплоизолированных сосуда, в каждом из которых находилось «неизвестное» вещество одинаковой массы m , но в первом сосуде оно было в жидком агрегатном состоянии, а во втором – в твёрдом. Температуры вещества в этих сосудах равны $T_1 = 85^\circ\text{C}$ и $T_2 = -13^\circ\text{C}$ соответственно. Глюк провёл следующий эксперимент: сначала из первого сосуда во второй перелил порцию жидкости массой Δm . После установления теплового баланса оказалось, что масса вещества в твёрдом состоянии во втором сосуде равна Δm . Тогда Глюк взял этот кусок твёрдого вещества из второго сосуда и поместил в первый. После установления теплового баланса в первом сосуде оказалось, что вещества в твёрдом состоянии не осталось ни в одном из сосудов, а температуры в них стали равны.

Удельные теплоёмкости вещества в жидком и твёрдом состояниях равны $c_T = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ и $c_{\text{ж}} = 2,1 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}\cdot^\circ\text{C}}$ соответственно, а удельную теплоту плавления вещества – $\lambda = 330 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

Вопрос №1

Определите температуру $T_{\text{пл}}$ плавления/кристаллизации исследуемого вещества.

Вопрос №2

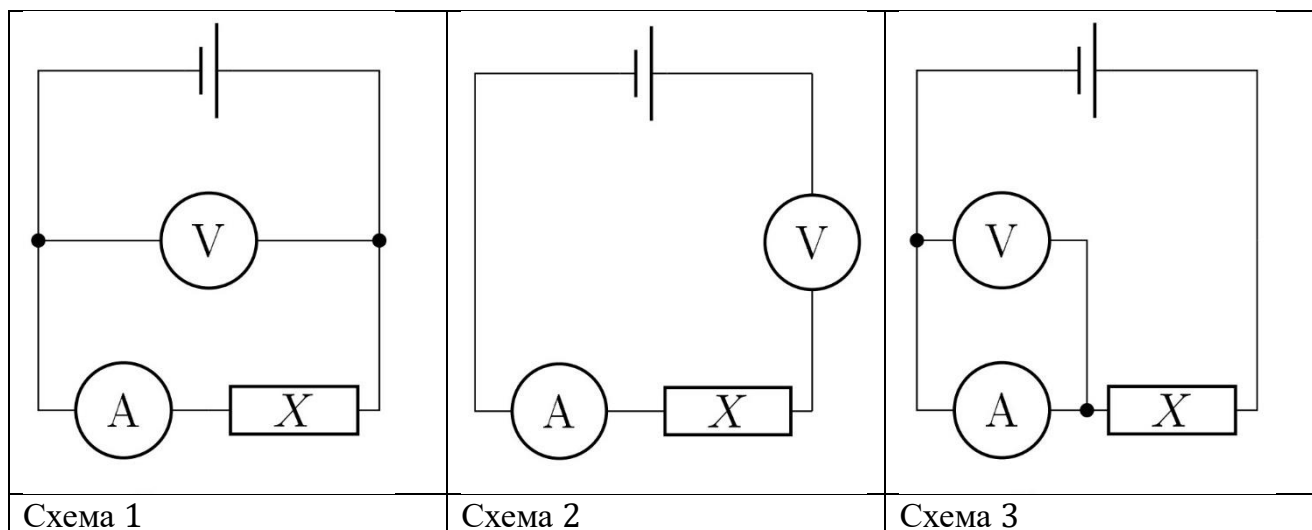
Определите, какую массовую часть вещества Глюк перелил из первого сосуда во второй? То есть найдите значение $x = \frac{\Delta m}{m}$.

Вопрос №3

Предположите с каким веществом проводил эксперименты Глюк.

Задача №4

В лабораторной работе были исследованы свойства элемента X , сопротивление которого зависит от протекающего тока как $R_X(I) = R_0(1 + \alpha I^2)$, коэффициенты R_0 и α неизвестны. В эксперименте использовались неидеальные вольтметр и амперметр, а также идеальный источник постоянного напряжения U_0 . Для определения характеристик X было собрано три электрические цепи, изображённые на схемах выше. Показания вольтметра и амперметра для каждой схемы известны, будем обозначать их U_n и I_n , где n – номер схемы.



Вопрос №1: Определите напряжение источника U_0 .

Вопрос №2: Определите значения сопротивлений R_V и R_A аналогичным образом.

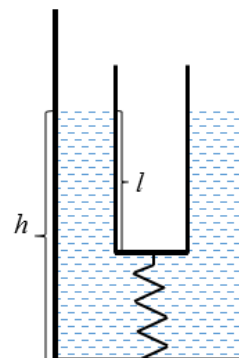
Вопрос №3: Определите коэффициенты R_0 и α .

Численные значения напряжений и токов принять следующими.

U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3
9,8 В	9,5 В	2,0 В	1,0 мА	50 мкА	1,0 мА

Задача №5

Для исследования упругих свойств пружинки ученик собрал экспериментальную установку. Ко дну широкого цилиндрического сосуда высотой $H = 30$ см он прикрепил пружинку. Другой конец пружинки присоединил ко дну узкого цилиндрического тонкостенного сосуда длиной $L = 15$ см. Когда в широкий сосуд наливают воду, узкий сосуд всплывает и растягивает пружинку (см. рис.). В широкий сосуд налили такое количество воды, что узкий сосуд устойчиво плавал в вертикальном положении, растянув пружинку. После этого ученик стал доливать в широкий сосуд воду с постоянной скоростью $\mu = 100$ мл/мин. Каждую минуту он измерял уровень воды в широком сосуде h , а так же глубину погружения узкого сосуда l с точностью до миллиметра. Полученные им данные представлены в таблице ниже.



t, мин	0	1	2	3	4
h, мм	93	114	133	154	173
l, мм	40	70	50	100	90

Используя данные таблицы и зная, что площадь поперечного сечения узкого сосуда равна $S = 25$ см², а длина пружинки в недеформированном состоянии $x_0 = 5$ см, определите:

1. Жёсткость пружины.

2. Массу узкого сосуда.

3. Постройте график зависимости уровня воды в широком сосуде от времени, начиная с момента начала измерений (данные занесённые в таблицу) до 10 минут эксперимента.

Плотность воды считать равной $\rho = 10^3$ кг/м³, ускорение свободного падения $g = 10$ м/с². Объёмом стенок узкого сосуда и объёмом пружинки можно пренебречь.