

Интеллектуальный марафон по физике
Заключительный этап
7 класс
Решение

1. Величины

А) 1 аршин = 0,71 м

1 аршин * 1 аршин * 1 аршин = 0,71 м * 0,71 м * 0,71 м = 0,358 м³

1 м³ = 10³ дм³

1 аршин³ = 358 дм³.

3 балла

Б) 1 аршин/доля = 85,2 км/ч = 23,67 м/с

$$1 \text{ доля} = \frac{1 \text{ аршин} * 1 \text{ с}}{23,67 \text{ м}}$$

$$1 \text{ доля} = \frac{0,71 \text{ м} * 1 \text{ с}}{23,67 \text{ м}}$$

$$1 \text{ доля} = \mathbf{0,03 \text{ с}}$$

3 балла

В) 1 гривна = 410 г

A = F*S

В СИ:

$$A = 1 \text{ Дж} = 1 \text{ кг} * \frac{\text{м}^2}{\text{с}^2}$$

В новой системе отсчета:

$$A = 1 \text{ гривна} * \frac{1 \text{ аршин}^2}{1 \text{ доля}^2} = \mathbf{0,41 \text{ кг} * \frac{0,71 \text{ м} * 0,71 \text{ м}}{0,03 \text{ с} * 0,03 \text{ с}} = 230 \text{ Дж}}$$

4 балла

2. Телега

Определим скорость падения горошин: V_г = 4 горошины/с

Определим расстояние между горошинами Δx = 45 см/горошина (каждые 45 см, расположена горошина)

А) Скорость телеги тогда: U_т = Δx * V_г = 45 см/горошина * 4 горошины/с = 180 см/с = **1,8 м/с**

3 балла

Б) Количество упавших горошин: N = 20 кг * 500 = 10 000 горошин

Расстояние: S = Δx * N = 0,45 м/горошина * 10 000 горошин = **4500 м**

3 балла

В) По рисунку определяем, что на каждые две старые горошины, приходится 3 новых, поэтому расстояние между новыми горошинами Δx₂ = 90 см/ 3 горошины = 30 см/горошина

Скорость новой телеги: U_{2т} = Δx₂*V_г = 30 см/горошины*4 горошины/с = **120 см/с = 1,2 м/с**

4 балла

3. Экспериментальная

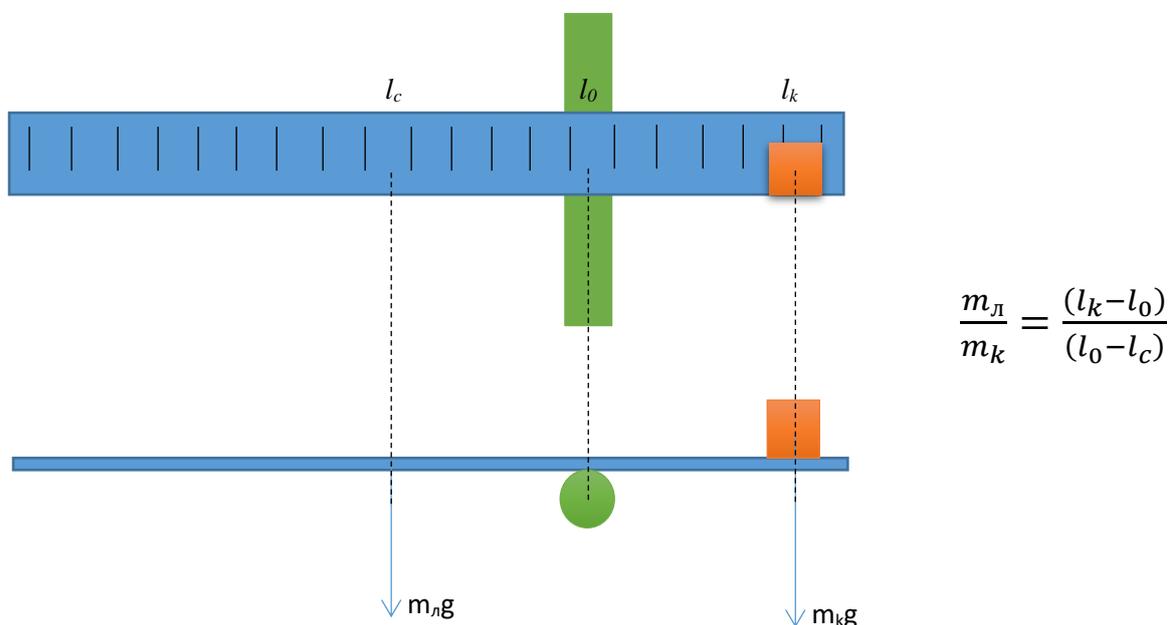
Используя предложенное оборудование, определите:

1. Объем выданного Вам пластилина.
2. Отношение массы пластилина к массе линейки.
3. Плотность пластилина.

Оборудование. Линейка деревянная 40 см, кусок пластилина, стаканчик пластмассовый, вода — по требованию, нитка, карандаш, миллиметровая бумага.

ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ

1. Для определения объема выданного Вам куска пластилина удобно слепить из него кубик. Так как кубик может иметь разные длины ребер, необходимо провести измерение длин всех ребер (a_1, a_2, \dots), убеждаемся, что они имеют близкие значения, затем найти среднее значение длины ребра (a), и только после этого находим объем по формуле $V=a^3$.
2. Для нахождения отношения массы пластилина к массе линейки находим:
 - Положение центра масс линейки по ее шкале (l_c)
 - Ставим кубик на линейку, замечаем положение центра масс кубика (l_k).
 - Помещаем линейку с кубиком на край стола (или карандаш) и уравниваем. Находим положение оси вращения (l_0) при равновесии линейки с кубиком на краю парты (или карандаше).
 - Используя условие равновесия рычага, определяем отношение массы линейки к массе кубика.
 - Желательно измерения повторить для другого положения кубика и результат усреднить.



3. Плотность пластилина можно определить, используя гидростатическое взвешивание.
 - Подвесим пластилин на нити и уравниваем на краю парты (или карандаше).
 - Ответим расстояния от оси вращения до точки приложения силы тяжести, действующей на линейку (l_1) и кубик пластилина (l_2).

- Поместим кубик пластилина в стакан с водой, и передвигая линейку, снова уравновесим систему. Ответим новые расстояния от оси вращения до точки приложения силы тяжести, действующей на линейку (l_3), а также силы тяжести и силы Архимеда (F_a), действующих на кубик пластилина.

- Вычисли плотность пластилина по формуле, полученной из условия равновесия:

$$\rho_{\text{пл}} = \rho_{\text{в}} \frac{l_1 l_4}{l_1 l_4 - l_3 l_2}$$

- Желательно провести повторные измерения и полученные результаты усреднить.

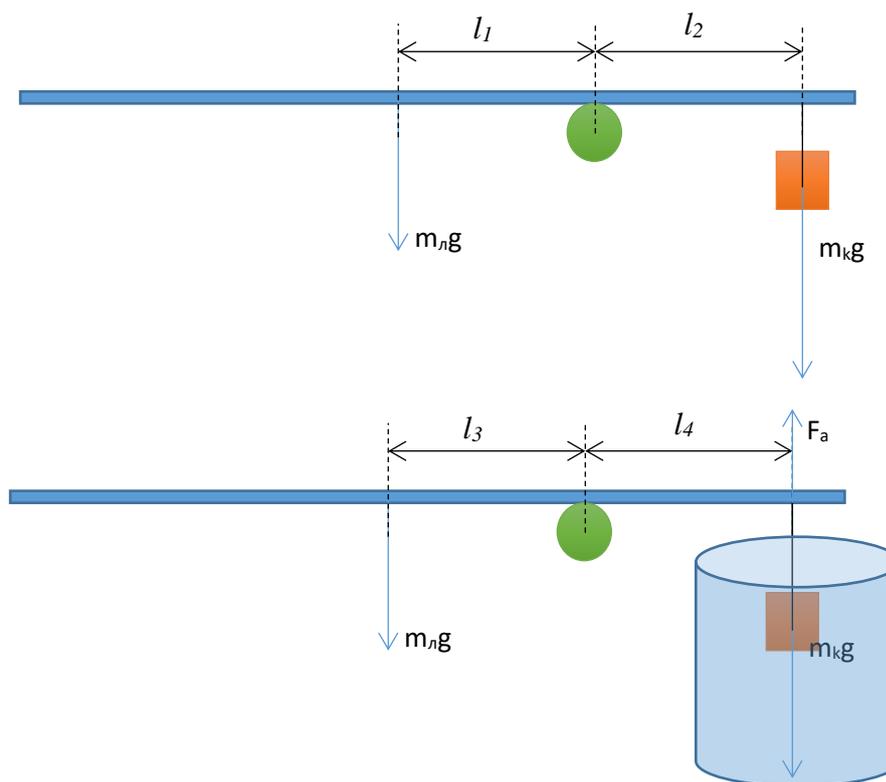


СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

№	Что оценивается	Балл
1	Определение объема пластилина	2
	Идея метода	1
	Результат	1
2	Отношение массы линейки к массе пластилина	3,5
	Идея рычага	1
	Нахождение центра тяжести линейки	0,5
	Измерение плеч	1
	Результат	1
3	Нахождение плотности пластилина	4,5
	Идея гидростатического взвешивания	2
	Реализация идеи	2
	Результат	0,5

Результат оценивается только при реализуемом методе измерений.

Интеллектуальный марафон по физике

Заключительный этап

8 класс

Решение

1. Гидравлический пресс

Ход малого поршня $h = 2$ см

А) Объем вытесняемой жидкости из малого поршня

$$V_m = h * S_m = 2 \text{ см} * 1 \text{ см}^2 = 2 \text{ см}^3$$

Чтобы поднять камень на 2 см, необходимо заполнить объем большого поршня:

$$V_6 = h * S_6 = 2 \text{ см} * 100 \text{ см}^2 = 200 \text{ см}^3$$

Количество качков определяется отношением объемов

$$N = V_6/V_m = 200/2 = 100 \text{ раз}$$

3 балла

Б) Работа по перемещению камня направлена на преодоление сил тяжести, и численно равна:

$$A = m * g * h = 1200 \text{ кг} * 10 \text{ Н/кг} * 0,02 \text{ м} = 240 \text{ Дж}$$

3 балла

В) В нашем устройстве выигрыш в силе дают две системы:

1) Рычаг. Выигрыш в силе получается за счет равенства совершаемой работы и определяется отношением плеч. F – Прикладываемая сила к большему плечу, F_d – сила с которой мы давим на малый поршень.

$$\frac{F}{F_d} = \frac{L_m}{L_6} = \frac{2}{30}$$

2) Гидравлический пресс. Выигрыш в силе получается за счет равенства давлений и определяется отношением площадей поршней. F_d – сила прикладываемая к малому поршню, F_k – сила прикладываемая к большому поршню.

$$\frac{F_d}{F_k} = \frac{S_m}{S_6} = 1/100$$

Решая систему уравнений, выразим F . Отметим, чтобы давить на клин с силой 40 кН, мы должны давить на камень с учетом его веса – $F_k = 40 \text{ кН} + 12 \text{ кН} = 52 \text{ кН}$

$$F = 2/30 * 1/100 * F_k = 34,7 \text{ Н}$$

4 балла

2. Работа по перемещению

А) В первом случае совершаем работу против сил тяжести, перемещая автомобиль на высоту 1 м

$$A = m * g * h = 1500 \text{ кг} * 10 \text{ Н/кг} * 1 \text{ м} = 15 \text{ 000 Дж}$$

4 балла

Б) По золотому правилу механики, мы совершаем одинаковую работу и в первом и во втором случае, однако прикладываемые силы будут отличаться друг от друга во столько же раз, во сколько различаются пройденные расстояния.

В первом случае $A = m_i g h$, где m_i – масса автомобиля, h – высота подъема

Во втором случае $A = F * L$, где F – максимальная сила натяжения лебедки, L – длина наклонной плоскости.

Приравниваем эти работы: $F * L = m_i g h$, выражая m_i

$$m_i = F * L / g h = 15 \text{ 000 Н} * 4 \text{ м} / (10 \text{ Н/кг} * 1 \text{ м}) = 6000 \text{ кг}$$

6 баллов

3. Экспериментальная ВОЗМОЖНОЕ РЕШЕНИЕ:

1. Для определения объема выданного Вам куска пластилина удобно слепить из него кубик. Так как кубик может иметь разные длины ребер, необходимо провести измерение длин всех ребер (a_1, a_2, \dots). Измерения будем производить при помощи миллиметровой бумаги. Убеждаемся, что длины ребер имеют близкие значения, затем найдем среднее значение длины ребра (a), и только после этого находим объем по формуле $V=a^3$.
2. Для определения плотности пластилина слепим полую фигуру с внешней правильной формой (например, сечение по внешнему контуру фигуры может быть квадратом). Полая фигура должна устойчиво плавать.
3. Отметим глубину погружения фигуры в воду. Рассчитаем объем и массу вытесненной воды. Так как тело плавает, то масса вытесненной жидкости равна массе тела.
4. Рассчитаем плотность пластилина.

СХЕМА ОЦЕНИВАНИЯ

№	Что оценивается	Балл
1	Определение объема пластилина	4
	Идея метода	1
	Измерения (если измерено одно ребро)	2 (1)
	Результат	1
3	Нахождение плотности пластилина	6
	Идея гидростатического взвешивания	2
	Измерения	2
	Формула для расчета плотности	0,5
	Результат	1,5

Результат оценивается только при реализуемом методе измерений.