

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

Задание 1.1.

Астроном открыл новую планету и выяснил, что ее средняя плотность равна средней плотности Земли, а радиус в четыре раза больше радиуса Земли. Первая космическая скорость на поверхности Земли равна 7,91 км/с. Помогите астроному определить первую космическую скорость на поверхности новой планеты. Ответ выразите в км/с, округлив до сотых.

Ответ: 31.64

Решение:

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$
$$a_u = \frac{v_1^2}{R};$$
$$G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv_1^2}{R}$$
$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}; v_1 = \sqrt{G \frac{2M}{2R_3}}$$
$$v_3 = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3^2} \cdot R_3}$$
$$v_3 = \sqrt{gR_3};$$
$$v_H = 4 v_3$$

Таким образом, первая космическая скорость на поверхности новой планеты больше первой космической скорости на поверхности Земли в 4 раза, то есть 31.64 км/с.

Задание 1.2

Астроном открыл новую планету и выяснил, что ее средняя плотность равна средней плотности Земли, а радиус в шесть раз больше радиуса Земли. Первая космическая скорость на поверхности Земли равна 7,91 км/с. Помогите астроному определить первую космическую скорость на поверхности новой планеты. Ответ выразите в км/с, округлив до сотых.

Ответ: 47.46

Решение:

$$F = G \frac{Mm}{R^2}$$
$$a_u = \frac{v_1^2}{R};$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

$$G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv_1^2}{R}$$
$$v_1 = \sqrt{G \frac{M}{R}}; v_1 = \sqrt{G \frac{2M}{2R_3}}$$
$$v_3 = \sqrt{G \frac{M_3}{R_3^2} \cdot R_3}$$
$$v_3 = \sqrt{gR_3};$$
$$v_H = 6 v_3$$

Таким образом, первая космическая скорость на поверхности новой планеты больше первой космической скорости на поверхности Земли в 6 раз, то есть 47.46 км/с.

Задание 2.1

Вася взял два электрических чайника: один мощностью 300 Вт, другой – 600 Вт. Он подключил оба прибора параллельно в сеть с напряжением 220 В. Вода в чайниках закипела одновременно через 8 минут. После того как вода остыла до первоначальной температуры, чайники подключили в ту же сеть последовательно. Через сколько минут закипит вода в чайнике с мощностью 300 Вт? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 18

Решение:

$$Q_1 = P_1 \cdot t$$
$$Q_2 = P_2 \cdot t$$
$$P = \frac{U^2}{R}$$
$$I = \frac{U}{R}$$
$$U_{\text{ч}} = IR_{\text{ч}}$$
$$P_{\text{ч}} = \frac{U_{\text{ч}}^2}{R_{\text{ч}}}$$
$$t = \frac{Q_{\text{ч}}}{P_{\text{ч}}}$$

Последовательно проведя вычисления для каждого из чайников, получится, что ответ 18 с.

Задание 2.2

Вася взял два электрических чайника: один мощностью 300 Вт, другой – 600 Вт. Он подключил оба прибора параллельно в сеть с напряжением 220 В. Вода в чайниках закипела

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

одновременно через 8 минут. После того как вода остыла до первоначальной температуры, чайники подключили в ту же сеть последовательно. Через сколько минут закипит вода в чайнике с мощностью 600 Вт? Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 72

Решение:

$$\begin{aligned}Q_1 &= P_1 \cdot t \\Q_2 &= P_2 \cdot t \\P &= \frac{U^2}{R} \\I &= \frac{U}{R} \\U_{\text{ч}} &= IR_{\text{ч}} \\P_{\text{ч}} &= \frac{U_{\text{ч}}^2}{R_{\text{ч}}} \\t &= \frac{Q_{\text{ч}}}{P_{\text{ч}}}\end{aligned}$$

Последовательно проведя вычисления для каждого из чайников, получится, что ответ 72 с.

Задание 3.1

Петя пошел в тир. При выстреле из пистолета пуля массой 5 г летит со скоростью 100 м/с, врезается в закрепленную мишень толщиной 1 см и пробивает ее насквозь, продолжая движение со скоростью 50 м/с. Помогите Пете определить, чему равна сила сопротивления мишени. Сопротивлением воздуха при полете пули и отклонением ее траектории от горизонтальной пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлив до целого числа.

Ответ: 1875

Решение:

$$F_c = \frac{|A_1|}{d} = \frac{E_{k1} - E_{k2}}{d} = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2d}$$

После подстановки значений в формулу получается, что сила равна 1875 Н.

Задание 3.2

Петя пошел в тир. При выстреле из пистолета пуля массой 10 г летит со скоростью 100 м/с, врезается в закрепленную мишень толщиной 1 см и пробивает ее насквозь, продолжая движение со скоростью 30 м/с. Помогите Пете определить, чему равна сила сопротивления

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

мишени. Сопротивлением воздуха при полете пули и отклонением ее траектории от горизонтальной пренебречь. Ответ выразите в ньютонах, округлив до целого числа.

Ответ: 4550

Решение:

$$F_c = \frac{|A_1|}{d} = \frac{E_{k_1} - E_{k_2}}{d} = \frac{m(v_1^2 - v_2^2)}{2d}$$

После подстановки значений в формулу получается, что сила равна 4550 Н.

Задание 4.1

Вася проводит эксперимент. Он поместил полый шарик массой 0,6 г и зарядом 6 нКл в однородное горизонтальное электрическое поле, отпустив шарик с нулевой скоростью. Шарик свободно движется, причем угол между траекторией шарика и вектором напряженности электрического поля оказался равным 45° . Помогите найти Васе модуль напряженности электрического поля. Ответ выразите в МВ/м, округлив до целого числа. Ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 10 \text{ м/с}^2$.

Ответ: 1

Решение:

1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$

2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, по второму закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

3) Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью, следовательно, $\text{tg } \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$

Тогда $E = \frac{mg}{q}$, после подстановки значений $E = 1 \text{ В/м}$.

Задание 4.2

Вася проводит эксперимент. Он поместил полый шарик массой 1,2 г и зарядом 6 нКл в однородное горизонтальное электрическое поле, отпустив шарик с нулевой скоростью. Шарик свободно движется, причем угол между траекторией шарика и вектором напряженности электрического поля оказался равным 45° . Помогите найти Васе модуль напряженности электрического поля. Ответ выразите в МВ/м, округлив до целого числа. Ускорение свободного падения на поверхности Земли $g = 10 \text{ м/с}^2$.

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

Ответ: 2

Решение: 1) На тело действуют сила тяжести $\vec{F}_1 = m\vec{g}$ и сила со стороны электрического поля $\vec{F}_2 = q\vec{E}$

2) В инерциальной системе отсчета, связанной с Землей, по второму закону Ньютона:

$$m\vec{a} = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

3) Прямая, вдоль которой направлен вектор ускорения, образует угол $\alpha = 45^\circ$ с вертикалью,

следовательно, $\operatorname{tg} \alpha = \frac{a_x}{a_y} = \frac{F_2}{F_1} = \frac{qE}{mg} = 1$

Тогда $E = \frac{mg}{q}$, после подстановки значений $E = 2 \text{ В/м}$.

Задание 5.1

Шарик пластилина брошен навстречу бруску параллельно столу. Брусок движется по столу, а шарик пластилина летит, не касаясь стола. После столкновения пластилин прилипает к бруску. Масса пластилина меньше массы бруска в 4 раза. Перед столкновением скорость пластилина была 15 м/с, а бруска – 5 м/с. После того, как пластилин прилип к бруску, брусок продолжил двигаться поступательно, пластилин на бруске не касается стола. Коэффициент трения между столом и бруском – 0,2. Ускорение свободного падения равно 10 м/с². Какая часть кинетической энергии системы превратилась в тепловую энергию в процессе соударения тел. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых. На какое расстояние переместится система от места соударения, когда скорость бруска с прилипшим пластилином уменьшится в половину? Ответ выразите в метрах, округлите до тысячных. Сколько времени пройдет до остановки системы после столкновения бруска и пластилина? Ответ выразите в секундах, округлите до десятых.

Ответ: 98,5; 0,188; 0,5

Решение:

$$u = \frac{Mv_1 - mv_2}{M + m}$$

Часть кинетической энергии системы превратилась в тепловую энергию в процессе соударения тел:

$$\frac{w_{\text{H}} - w_{\text{K}}}{w_{\text{H}}} = 1 - \frac{(M + m)u^2}{MV_1^2 + mv_2^2}$$

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

Расстояние, на которое переместится система от места соударения

$$S = \frac{v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2}{2a} = \frac{u^2 - (Ku)^2}{2\mu g},$$

где K – коэффициент, на сколько уменьшится скорость

Время до остановки системы:

$$t = \frac{u}{\mu g}$$

После подстановки численных значений: 98,5%; 0,188 м; 0,5 с

Задание 5.2

Шарик пластилина брошен навстречу бруску параллельно столу. Брусок движется по столу, а шарик пластилина летит, не касаясь стола. После столкновения пластилин прилипает к бруску. Масса пластилина меньше массы бруска в 4 раза. Перед столкновением скорость пластилина была 15 м/с, а бруска – 5 м/с. После того, как пластилин прилип к бруску, брусок продолжил двигаться поступательно, пластилин на бруске не касается стола. Коэффициент трения между столом и бруском – 0,4. Ускорение свободного падения равно 10 м/с². Какая часть кинетической энергии системы превратилась в тепловую энергию в процессе соударения тел. Ответ выразите в процентах, округлите до десятых. На какое расстояние переместится система от места соударения, когда скорость бруска с прилипшим пластилином уменьшится на 40 процентов? Ответ выразите в метрах, округлите до сотых. Сколько времени пройдет до остановки системы после столкновения бруска и пластилина? Ответ выразите в секундах, округлите до сотых.

Ответ: 98,5; 0,08; 0,25

Решение:

$$u = \frac{Mv_1 - mv_2}{M + m}$$

Часть кинетической энергии системы превратилась в тепловую энергию в процессе соударения тел:

$$\frac{w_{\text{н}} - w_{\text{к}}}{w_{\text{н}}} = 1 - \frac{(M + m)u^2}{Mv_1^2 + mv_2^2}$$

Расстояние, на которое переместится система от места соударения

$$S = \frac{v_{\text{н}}^2 - v_{\text{к}}^2}{2a} = \frac{u^2 - (Ku)^2}{2\mu g},$$

где K – коэффициент, на сколько уменьшится скорость

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ
ФИЗИКА. ОТБОРОЧНЫЙ ТУР
11 класс**

Время до остановки системы:

$$t = \frac{u}{\mu g}$$

После подстановки численных значений: 98,5%; 0,08 м; 0,25 с

Задание 6.1

Петя кинул мяч под углом 60° к горизонту с такой силой, что он приобрел скорость 10 м/с. Ускорение свободного падения 10 м/с². Найдите максимальный радиус кривизны траектории движения мяча. Ответ выразите в метрах, округлив до целого числа. Найдите минимальный радиус кривизны траектории движения мяча. Ответ выразите в метрах, округлив до десятых. Найдите отношение максимального радиуса к минимальному. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 20; 2,5; 8

Решение: Для нахождения радиуса кривизны применим следующие формулы:

$$R_{min} = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}$$
$$R_{max} = \frac{(v_0)^2}{g \cos \alpha}$$

Тогда получаем 20 м, 2,5 м, а $20/2.5 = 8$.

Задание 6.2

Петя кинул мяч под углом 60° к горизонту с такой силой, что он приобрел скорость 8 м/с. Ускорение свободного падения 10 м/с². Найдите максимальный радиус кривизны траектории движения мяча. Ответ выразите в метрах, округлив до десятых. Найдите минимальный радиус кривизны траектории движения мяча. Ответ выразите в метрах, округлив до десятых. Найдите отношение максимального радиуса к минимальному. Ответ округлите до целого числа.

Ответ: 12,8; 1,6; 8

Решение: Для нахождения радиуса кривизны применим следующие формулы:

$$R_{min} = \frac{(v_0 \cos \alpha)^2}{g}$$
$$R_{max} = \frac{(v_0)^2}{g \cos \alpha}$$

Тогда получаем 12.8 м, 1.6 м, а $12.8/1.6 = 8$.