

ОЛИМПИАДА «Я – БАКАЛАВР»
ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ 5-11 КЛАССОВ
2025/2026 учебный год
ЗАКЛЮЧИТЕЛЬНЫЙ ЭТАП

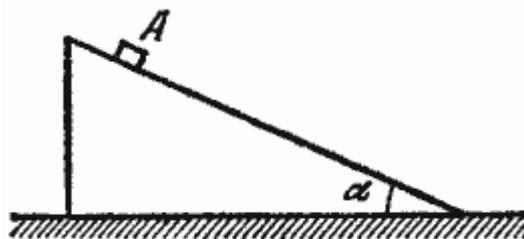
ФИЗИКА

КЛАСС 9

Вариант 1

Задача 1 (20 баллов)

На гладком горизонтальном полу находится клин с углом наклона α при основании. На него кладут тело A так, как показано на рисунке. Если сообщить клину в горизонтальном направлении ускорение, то тело A будет свободно падать вниз. При каких значениях ускорения это возможно?



Разбор задания:

1. При свободном падении тело A за время t пройдет по вертикали путь:

$$S_1 = \frac{gt^2}{2}$$

За это же время наклонная плоскость должна сместиться по горизонтали на расстояние:

$$S_2 = \frac{at^2}{2}$$

2. Если тело все время соприкасается с наклонной плоскостью, то:

$$\frac{S_2}{S_1} = \operatorname{ctg}\alpha$$

Следовательно, искомое ускорение равно:

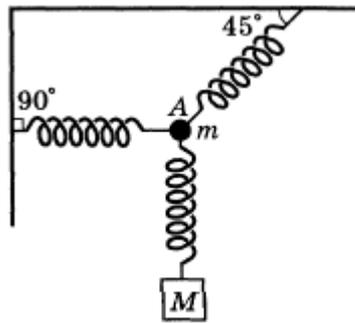
$$a = g \cdot \operatorname{ctg} \alpha$$

3. Если ускорение наклонной плоскости в горизонтальном направлении будет больше $g \cdot \operatorname{ctg} \alpha$, то тело будет свободно падать.

Ответ: $a > g \cdot \operatorname{ctg} \alpha$.

Задача 2 (20 баллов)

Система состоит из груза массой M , шарика массой m и трех невесомых пружин одинаковой жесткости, как показано на рисунке. В некоторый момент времени шарик отрывается от верхней пружины в точке А. Какое ускорение \vec{a} (модуль и направление) будет иметь шарик сразу после отрыва.



Разбор задания:

1. В начальный момент времени, до отрыва верхней пружины, на шарик m действуют 4 силы: со стороны горизонтальной, вертикальной и верхней пружин \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , \vec{F}_3 соответственно, а также сила тяжести $m\vec{g}$.

$$Ox: F_1 - F_3 \cos 45^\circ = 0$$

$$Oy: F_3 \sin 45^\circ - F_2 - mg = 0$$

Отсюда:

$$F_1 = F_2 + mg$$

2. Условие покоя груза M :

$$F_2 = F_2' = Mg$$

3. После отрыва верхней пружины, на шарик m действуют 3 силы: со стороны горизонтальной, вертикальной пружин \vec{F}_1 , \vec{F}_2 , соответственно, а также сила тяжести $m\vec{g}$.

$$Ox: F_1 = ma_x$$

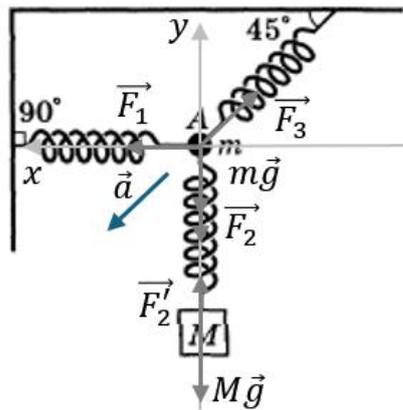
$$Oy: F_2 + mg = ma_y$$

Тогда модуль ускорения:

$$a = \sqrt{2} \frac{(M + m)g}{m}$$

Ответ 1: $\sqrt{2} \frac{(M+m)g}{m}$.

4. Ускорение будет направлено под углом 45° к вертикали, как показано на рисунке:



Ответ 2: под углом 45° к вертикали.

Задача 3 (20 баллов)

Масса Солнца примерно в 1000 раз больше массы Юпитера. Однако, звезда не только вращается вокруг своей оси, но и, подобно Юпитеру, движется вокруг их общего центра масс (барицентра системы). Определите положение x этого центра масс и сравните его с радиусом Солнца ($R_C \approx 700$ тыс. км). Расстояние от Солнца до Юпитера составляет 780 млн км. Сделайте рисунок и укажите на нем условное положение центра масс.

Разбор задания:

1. Можно воспользоваться правилом рычага:

$$M_c x = M_{\text{Ю}}(r - x),$$

где r – расстояния между центрами небесных тел. Поделив на массу Юпитера, получим:

$$1000x = r - x,$$

Откуда:

$$x = \frac{r}{1001}$$

2. Сделаем вычисления:

$$x = \frac{780 \cdot 10^9}{1001} \approx 7,8 \cdot 10^8 \text{ м или } 780\,000 \text{ км}$$

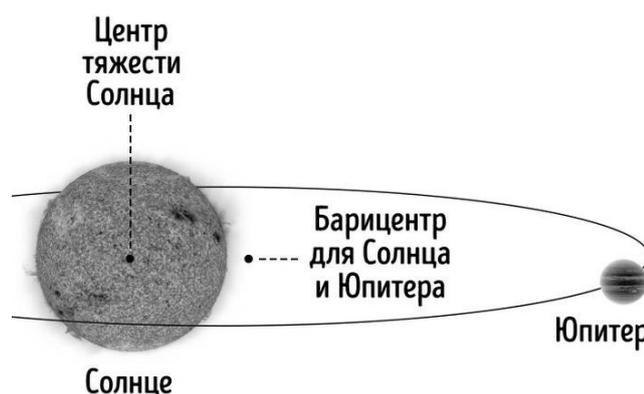
Ответ 1: 780 000 км.

3. Сравнивая с радиусом Солнца, находим, что высота барицентра над поверхностью Солнца составляет

$$h = x - R_c = 80\,000 \text{ км}$$

Ответ 2: 80 000 км.

4. Сделаем рисунок



Задача 4 (20 баллов)

Миша нашел в интернете рецепт приготовления домашнего фруктового льда. Согласно ему сначала необходимо охладить фруктовый сок до температуры $t_1 = -20^\circ\text{C}$, а затем измельчить полученный лед. В результате получится смесь, состоящая на $n_l = 80\%$ из мелких ледяных частиц и на $n_c = 20\%$ из жидкого сока, находящуюся при температуре $t_2 = 0^\circ\text{C}$.

Миша измельчал смесь в течение $\tau = 5$ мин и использовал блендер мощностью $P = 100$ Вт. Определите, какую массу m фруктового льда мог получить Миша, если на обработку смеси и доведение её до конечного состояния расходовалось $\eta = 0,9$ мощности? Свойства жидкого сока считать

близкими к свойствам воды, теплообменом смеси с окружающей средой можно пренебречь. Удельная теплоемкость льда c_l равна 2100 Дж/кг·К, удельная теплота плавления льда λ равна 330 кДж/кг.

Разбор задания:

1. Будем считать, что вся механическая энергия (с учетом КПД η , т.е. $\eta P\tau$), израсходованная блендером на обработку льда, в конечном счете превращается в избыток внутренней энергии, идущий на нагревание всей массы льда m от t_1 до t_2 и дальнейшее таяние части массы льда $n_c m$ при $t_2 = 0^\circ\text{C}$. Запишем уравнение теплового баланса:

$$\eta P\tau = mc_l(t_2 - t_1) + n_c m\lambda$$

2. Из этого уравнения следует, что масса получившегося мороженого равна:

$$m = \frac{\eta P\tau}{c_l(t_2 - t_1) + n_c\lambda}$$

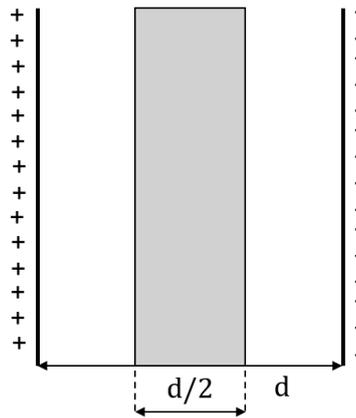
3. Подставляя числовые данные, находим:

$$m = \frac{0,9 \cdot 100 \cdot 5 \cdot 60}{2100 \cdot (0 - (-20)) + 0,2 \cdot 330000} = 0,25 \text{ кг или } 250 \text{ г}$$

Ответ: 250 граммов.

Задача 5 (20 баллов)

В плоский воздушный конденсатор с обкладками в виде квадратных пластин вводят параллельно обкладкам металлическую пластину толщиной $\frac{d}{2}$, как показано на рисунке. Определите новую емкость конденсатора C_2 , если первоначальная емкость $C_1 = 30$ пФ, а расстояние между обкладками конденсатора равно d .



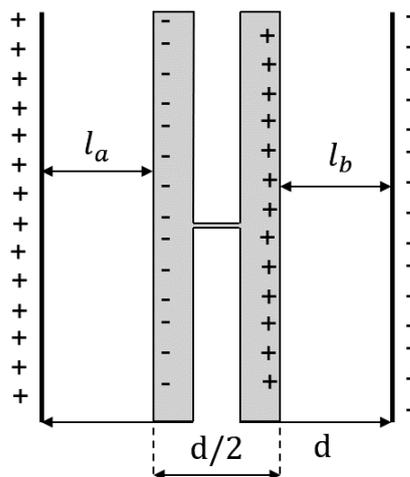
Разбор задания:

1. Емкость плоского воздушного конденсатора равна

$$C_1 = \frac{\epsilon_0 S}{d}$$

2. При помещении металлической пластины в конденсатор, в ней произойдет перераспределение заряда, в результате чего на стороне ближней к положительной обкладке конденсатора возникает отрицательный заряд, а на противоположной – положительный.

3. Таким образом, данную систему можно рассматривать как последовательное соединение двух конденсаторов: одного с емкостью C_a и расстоянием между обкладками l_a , другого с емкостью C_b и расстоянием между обкладками l_b .



При этом:

$$l_a + l_b = d - \frac{d}{2} = \frac{d}{2}$$

4. Емкости новых конденсаторов:

$$C_a = \frac{\varepsilon_0 S}{l_1};$$

$$C_b = \frac{\varepsilon_0 S}{l_2}$$

5. Общая емкость система равна:

$$\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C_a} + \frac{1}{C_b} = \frac{l_1}{\varepsilon_0 S} + \frac{l_2}{\varepsilon_0 S} = \frac{l_1 + l_2}{\varepsilon_0 S} = \frac{d}{2\varepsilon_0 S}$$

$$C_2 = \frac{2\varepsilon_0 S}{d} = 2C_1 = 2 \cdot 30 \text{ пФ} = 60 \text{ пФ}$$

Ответ: 60 пФ.