



Задания, ответы и критерии оценивания

Задача 1 (20 баллов)

Определить среднюю скорость движения Земли вокруг Солнца. (Радиус орбиты Земли 150 млн. км.).

Решение:

$$v_{cp} = \frac{S}{t}; \quad S = 2\pi R; \quad t - \text{период обращения Земли вокруг Солнца.}$$

$$t = 365 \cdot 24 \cdot 3600 \text{ сек.}$$

$$v_{cp} = \frac{6,28 \cdot 150 \cdot 10^6}{365 \cdot 24 \cdot 3600} = 30 \text{ м/с .}$$

Задача 2 (20 баллов)

Комета и космический аппарат (КА) движутся вокруг Солнца по одной и той же траектории. Скорость кометы V_1 , ее масса m_1 ; масса КА – m_2 , его скорость – V_2 ; $V_2 > V_1$. КА догоняет комету, удар не упругий. Определить скорость образовавшейся системы.

Решение:

$m_1 v_1$ – импульс кометы; $m_2 v_2$ – импульс КА;

$(m_1 + m_2) v$ – импульс образовавшейся системы.

Скорость системы

$$m_1 v_1 + m_2 v_2 = (m_1 + m_2) v ,$$
$$v = \frac{m_1 v_1 + m_2 v_2}{(m_1 + m_2)}$$

Задача 3 (20 баллов)

Газовый баллон КА, заполненный воздухом, нагревается в солнечных лучах до 40К. Определить, во сколько раз увеличилось давление в баллоне. Начальная температура баллона 200К.

Решение:

Для решения задачи применим закон Менделеева - Клапейрона.

$$PV = \frac{m}{\mu} RT$$

Первое состояние газа

$$P_1 V = \frac{m}{\mu} RT_1 \quad (1)$$

Второе состояние газа

$$P_2 V = \frac{m}{\mu} RT_2 \quad (2)$$

Разделим уравнение (2) на уравнение (1)

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1}, \text{ т.к. } T_1 = 200\text{К}, T_2 = 200\text{К} + 40\text{К}, \text{ то}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \frac{240}{200} = 1,2$$

Задача 4 (20 баллов)

Определить ускорение свободного падения на поверхности Луны. (Масса Луны $7,33 \cdot 10^{22}$ кг; радиус – $1,74 \cdot 10^6$ м.).

Решение:

Сила тяжести тела массой m на Луне

$$F = G \frac{m M_{\text{Л}}}{r^2} \quad (1)$$

$$F = mg \quad (2)$$

$$(1) = (2)$$

$$G \frac{m M_{\text{Л}}}{r^2} = mg \text{ или}$$

$$g = \frac{G M_{\text{Л}}}{r^2}$$

$$g = \frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,33 \cdot 10^{22}}{(1,74 \cdot 10^6)^2} = 1,62 \text{ м/с}^2$$

Задача 5 (20 баллов)

Определить, во сколько раз сила притяжения на поверхности Земли больше силы притяжения на Марсе, если радиус Марса составляет 0,53 радиуса Земли, а масса Марса – 0,11 массы Земли.

Решение:

Сила притяжения тела массой m на Земле

$$F_3 = G \frac{m M_3}{r_3^2}$$

Сила притяжения этого же тела на Марсе

$$F_{\text{М}} = G \frac{m \cdot 0,11 M_3}{(0,53 r_3)^2}$$

$$\frac{F_3}{F_{\text{М}}} = \frac{0,53^2}{0,11} = 2,55 .$$

Критерии оценивания

Номер критерия (жюри указывает рядом с оценкой)	Проценты (коэффициент) на максимальные баллы по задачам	Краткое формулирование правильности или ошибочности решений	Подробное пояснение критериев (комментарии, объяснения)
1	100% (1.0)	Полное верное решение	Приведено полное решение задачи, включающее следующие элементы: а) кратко описано и прокомментировано условие задачи, записаны положения теории и физические законы, закономерности, применение которых необходимо для решения задачи выбранным способом, в случае необходимости приведены расчетные схемы со всеми необходимыми обозначениями и пояснения к схемам; б) описаны все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин (за исключением обозначений, используемых в условии задачи и основных констант; описание физических величин, встречающихся в задачах, может производиться с помощью математических соотношений, текстуально или с помощью рисунков); в) проведены все необходимые математические преобразования и расчеты, приводящие к правильному числовому ответу; г) представлен правильный ответ в общем виде и в численном значении с указанием единиц измерения искомой величины.
2	90% (0.9)	Верное решение. Имеются небольшие недочеты, в целом не влияющие на решение.	Все решения удовлетворяют критерию 1, но НЕ все вводимые в решении буквенные обозначения физических величин даются с пояснениями. НЕ все необходимые для решения задачи обозначения приведены на расчетной схеме.
3	60...80% (0.6...0.8)	Решение в целом верное, однако содержит существенные ошибки (не физические, а математические)	Все решения удовлетворяют критерию 1, но в необходимых математических преобразованиях или вычислениях допущены ошибки, и (или) преобразования/вычисления не доведены до конца.
	30...50% (0.3...0.5)	Есть понимание физики явления, но не найдено одно из необходимых для решения уравнений, в результате полученная система уравнений неполна и невозможно найти решение.	а) Представлены только положения и формулы, выражающие физические законы, применение которых необходимо для решения задачи, без каких либо преобразований с их использованием и без пояснений преобразований, направленных на решение задачи, и ответа. б) В решении отсутствует ОДНА из исходных формул, необходимых для решения задачи (или отсутствует необходимое утверждение, лежащее в основе решения задачи), но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи. в) В решении отсутствует необходимая со всеми необходимыми обозначениями расчетная схема и пояснения к ней, без которой решение принципиально невозможно. г) В ОДНОЙ из исходных формул, необходимых для решения задачи (или в утверждении, лежащем в основе решения), допущена ошибка, но присутствуют логически верные преобразования с имеющимися формулами, направленные на решение задачи.
	10-20% (0.1...0.2)	Есть отдельные уравнения, относящиеся к сути задачи, при отсутствии решения (или при ошибочном решении)	Доказаны вспомогательные утверждения. Сделана необходимая расчетная схема. Приведен правильный ответ без описания, как он получен.
	0 (0)	Решение неверное и отсутствуют какие-либо относящиеся к решению рассуждения.	Нет ответа и нет ни одного из рассуждений, относящихся к сути задачи. Рассуждения есть, но они, очевидно, даны «для заполнения страницы», они не относятся к сути задачи.

Примечания.

1. Максимальный балл за задачу – 20 баллов (всего пять задач).

2. Нужно умножить на коэффициент второй колонки.