

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи

---

Вариант 1

Задача 1 (150 баллов)

Зонд запустили на околоземную орбиту. Зонд, находится на орбите высотой  $h$  км. Масса корабля  $M$  кг. Каково ускорение свободного падения внутри корабля? С какой линейной скоростью движется аппарат?

Напишите код, вычисляющий ускорение свободного падения внутри зонда и линейную скорость движения зонда.

Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

$$1. g = G \frac{M}{(R+h)^2} = G \frac{M}{R^2} * \frac{R^2}{(R+h)^2} = 9.8 * 6371^2 / 21371^2 = 0.87 = 0.9$$

(м/с)

$$2. V = \sqrt{g(R + h)} = \sqrt{1.5 * 21371 * 1000} = 5661.8459 = 5661.8$$

(м/с)

Решение (программное):

```
h=float(input())
M=float(input())
g=9.8
R=6371 # 6400
print(g*R**2/((R+h)**2))
print((g*(R+h)*1000)**(0.5))
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

**Задача 2 (150 баллов)**

Неизвестная планета радиуса  $R$  полностью состоит из породы плотностью  $\rho$ . Напишите код, вычисляющий первую космическую скорость для данной планеты. На вход программе подается радиус планеты  $R$  и плотность  $\rho$ . Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код, с помощью которого можно найти ответ на вопрос, поставленный в задаче. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

Пример ввода:

12

1

Пример вывода:

7900 м/с

-----

Решение:

1.  $V = \sqrt{G \cdot M / R}$  первая космическая скорость

$M = v \cdot \rho$  Масса через плотность и объем

2.  $V = \sqrt{G \cdot M / R}$

$M = \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^3$  Объем в виде сферы

3.  $V = \sqrt{G \cdot \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^3 / R} = \sqrt{G \cdot \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^2}$

Решение (программное):

```
import math
G = 6.67408 * (10 ** (-11))
rho = float(input())
R = float(input())
print((G * rho * (4/3) * math.pi * R ** 2) ** (1/2))
```

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи

**Задача 3 (150 баллов)**

Ученые запустили спутник с полезной нагрузкой в виде зонда для изучения дальних планет. При приближении к планете происходит отстыковка полезной нагрузки в виде зонда. Скорость спутника после отстыковки по величине равна начальной скорости спутника и направлена перпендикулярно к ней. Скорость зонда по величине в  $n$  раз больше начальной скорости спутника. Напишите код, отношение масс спутника и зонда.

Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код, с помощью которого можно найти ответ на вопрос, поставленный в задаче. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

Запишем закон сохранения импульса  
в векторной форме

$$(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2,$$

где  $\vec{v}$  — начальная скорость снаряда,  
 $\vec{u}_1$  — скорость большего осколка,  $\vec{u}_2$  —  
меньшего. Изобразив это векторное ра-  
венство на рисунке, получим прямоуголь-  
ный треугольник ( $\vec{u}_1 \perp \vec{v}$ ), стороны кото-  
рого связаны теоремой Пифагора

$$(m_1 + m_2)^2 v^2 + m_1^2 u_1^2 = m_2^2 u_2^2.$$

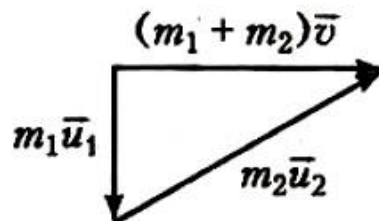
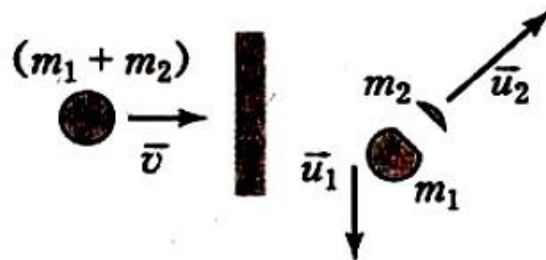
Подставив сюда  $u_1 = v$  и  $u_2 = 5v$ , получим уравнение, связывающее между собой массы осколков

$$m_1^2 + m_1 m_2 - 12m_2^2 = 0.$$

Разделив это уравнение на  $m_2^2$ , получим квадратное уравнение для искомой ве-  
личины  $x = m_1/m_2$

$$x^2 + x - 12 = 0.$$

Сохраняя только положительный корень, получаем  $x = 3$ .



**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

Решение (программное):

```
import math
def squar_ec(a,b,c):
    discr = b ** 2 - 4 * a * c
    print("Дискриминант D = %.2f" % discr)

    if discr > 0:
        x1 = (-b + math.sqrt(discr)) / (2 * a)
        x2 = (-b - math.sqrt(discr)) / (2 * a)
        print("x1 = %.2f \nx2 = %.2f" % (x1, x2))
    elif discr == 0:
        x = -b / (2 * a)
        print("x = %.2f" % x)
    else:
        print("Корней нет")

n = float(input())
# ((m1+m2)*V)**2 + (m1*V1)**2 = (m2*V2)**2 #ПИФАГОР
# ((m1+m2)*V)**2 + (m1*V)**2 = (m2*n*V)**2 # подставили
величины
# m1^2 V^2 + m1^2 V^2 + 2 m1 m2 V^2 + m2^2 V^2 = m2^2
n^2 V^2
# 2 * (m1^2 V^2) + 2 m1 m2 V^2 + (m2^2 * V^2) * (1 -
n^2) = 0_
# (m1^2) + m1 m2 + (m2^2) * ((1 - n^2)/2) = 0
# x = m1/m2
# x^2 + x - (1-n^2)/2 =0
squar_ec(1,1,((1-n**2)/2))
```

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи

---

Вариант 2

Задача 1 (150 баллов)

Зонд запустили на околоземную орбиту. Зонд, находится на орбите высотой  $h$  км. Масса корабля  $M$  кг. Каково ускорение свободного падения внутри корабля? С какой линейной скоростью движется аппарат?

Напишите код, вычисляющий ускорение свободного падения внутри зонда и линейную скорость движения зонда.

Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

$$1. g = G \frac{M}{(R+h)^2} = G \frac{M}{R^2} * \frac{R^2}{(R+h)^2} = 9.8 * 6371^2 / 21371^2 = 0.87 = 0.9$$

(м/с)

$$2. V = \sqrt{g(R + h)} = \sqrt{1.5 * 21371 * 1000} = 5661.8459 = 5661.8$$

(м/с)

Решение (программное):

```
h=float(input())
M=float(input())
g=9.8
R=6371 # 6400
print(g*R**2/((R+h)**2))
print((g*(R+h)*1000)**(0.5))
```

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

**Задача 2 (150 баллов)**

Неизвестная планета радиуса  $R$  полностью состоит из породы плотностью  $\rho$ . Напишите код, вычисляющий первую космическую скорость для данной планеты. На вход программе подается радиус планеты  $R$  и плотность  $\rho$ . Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код, с помощью которого можно найти ответ на вопрос, поставленный в задаче. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

Пример ввода:

12

1

Пример вывода:

7900 м/с

-----

Решение:

1.  $V = \sqrt{G \cdot M / R}$  первая космическая скорость

$M = v \cdot \rho$  Масса через плотность и объем

2.  $V = \sqrt{G \cdot M / R}$

$M = \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^3$  Объем в виде сферы

3.  $V = \sqrt{G \cdot \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^3 / R} = \sqrt{G \cdot \rho \cdot (4/3) \cdot \pi \cdot R^2}$

Решение (программное):

```
import math
G = 6.67408 * (10 ** (-11))
p = float(input())
R = float(input())
print((G * p * (4/3) * math.pi * R ** 2) ** (1/2))
```

МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ

Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи

Задача 3 (150 баллов)

Ученые запустили спутник с полезной нагрузкой в виде зонда для изучения дальних планет. При приближении к планете происходит отстыковка полезной нагрузки в виде зонда. Скорость спутника после отстыковки по величине равна начальной скорости спутника и направлена перпендикулярно к ней. Скорость зонда по величине в  $n$  раз больше начальной скорости спутника. Напишите код, отношение масс спутника и зонда.

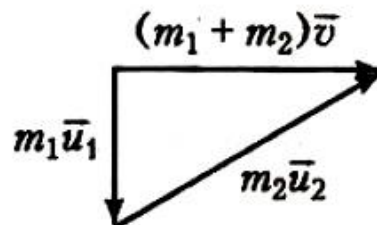
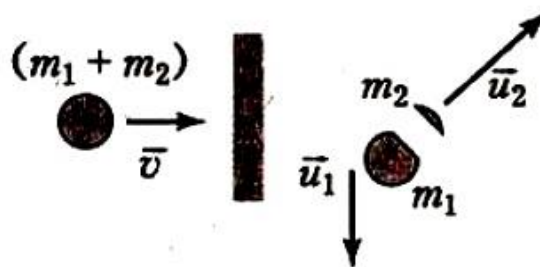
Решение к задаче представить в двух частях. Первая часть – решение физической составляющей задачи с пояснениями. Вторая часть – программный код, с помощью которого можно найти ответ на вопрос, поставленный в задаче. Программный код можно представить на одном из следующих языков: C++, Python, C, Паскаль.

Запишем закон сохранения импульса  
в векторной форме

$$(m_1 + m_2)\vec{v} = m_1\vec{u}_1 + m_2\vec{u}_2,$$

где  $\vec{v}$  — начальная скорость снаряда,  
 $\vec{u}_1$  — скорость большего осколка,  $\vec{u}_2$  —  
меньшего. Изобразив это векторное ра-  
венство на рисунке, получим прямоуголь-  
ный треугольник ( $\vec{u}_1 \perp \vec{v}$ ), стороны кото-  
рого связаны теоремой Пифагора

$$(m_1 + m_2)^2 v^2 + m_1^2 u_1^2 = m_2^2 u_2^2.$$



Подставив сюда  $u_1 = v$  и  $u_2 = 5v$ , получим уравнение, связывающее между собой массы осколков

$$m_1^2 + m_1 m_2 - 12m_2^2 = 0.$$

Разделив это уравнение на  $m_2^2$ , получим квадратное уравнение для искомой величины  $x = m_1/m_2$

$$x^2 + x - 12 = 0.$$

Сохраняя только положительный корень, получаем  $x = 3$ .

**МОСКОВСКАЯ ПРЕДПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ  
ОЛИМПИАДА ШКОЛЬНИКОВ**

**Заключительный этап  
Аэрокосмический профиль  
Междисциплинарные задачи**

---

Решение (программное):

```
import math
def squar_ec(a,b,c):
    discr = b ** 2 - 4 * a * c
    print("Дискриминант D = %.2f" % discr)

    if discr > 0:
        x1 = (-b + math.sqrt(discr)) / (2 * a)
        x2 = (-b - math.sqrt(discr)) / (2 * a)
        print("x1 = %.2f \nx2 = %.2f" % (x1, x2))
    elif discr == 0:
        x = -b / (2 * a)
        print("x = %.2f" % x)
    else:
        print("Корней нет")

n = float(input())
# ((m1+m2)*V)**2 + (m1*V1)**2 = (m2*V2)**2 #ПИФАГОР
# ((m1+m2)*V)**2 + (m1*V)**2 = (m2*n*V)**2 # подставили
величины
# m1^2 V^2 + m1^2 V^2 + 2 m1 m2 V^2 + m2^2 V^2 = m2^2
n^2 V^2
# 2 * (m1^2 V^2) + 2 m1 m2 V^2 + (m2^2 * V^2) * (1 -
n^2) = 0_
# (m1^2) + m1 m2 + (m2^2) * ((1 - n^2)/2) = 0
# x = m1/m2
# x^2 + x - (1-n^2)/2 =0
squar_ec(1,1,((1-n**2)/2))
```