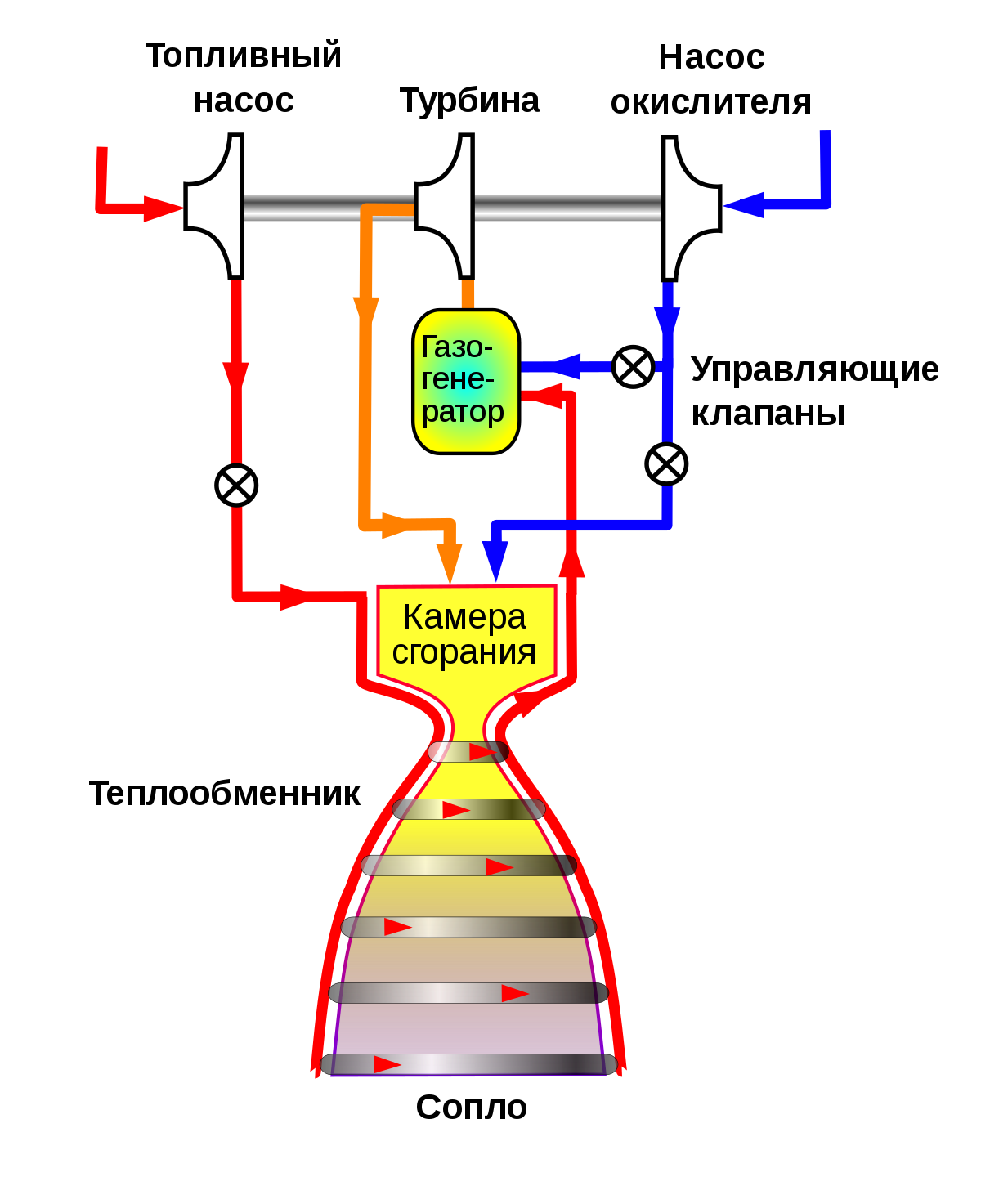
**Рабочий лист с решениями и ответами**

**по теме «Энергия топлива. Удельная теплота сгорания топлива. Удельная теплоёмкость. КПД»**

**Задание 1.** Нарисуйте путь, который проходит топливо, где оно превращается в газ и откуда выходит. Подпишите 5 элементов двигателя.



**Задание 2**. Рассчитать количество энергии, выделяемое при сгорании топлива для вашей ракеты-носителя (далее – РН). Необходимые данные Вы найдёте на последней странице Рабочего листа и на информационном стенде вашего экспоната. Ракеты-носители: «Энергия», «Сатурн-5», «Союз».

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  Название РН: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.  M (стартовая) = \_\_\_\_\_\_\_кг.  M (ракеты и корабля) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_кг.  q = \_\_\_\_\_\_\_\_ Дж/кг.  *Для РН «Союз» учесть массу ракеты 12 т*  *Для РН «Сатурн-5» учесть массу ракеты 140 т* | **Решение:**  Mтоплива = Mстартовая - M (ракеты и корабля).  Q = q Mтоплива. Q «Энергия» = (2419 000 *кг* – 2270 000 *кг*) 43 ⋅ 106 *Дж/кг* = 6 407 109 *Дж* = **6,4 *ТДж***.  Q «Сатурн-5» = (2928 500 *кг* – 180 000 *кг*) 43  106 *Дж/кг* = 118 185,5 109 *Дж* =  = **118,2ТДж**.  Q «Союз» = (310 000 *кг* – 20 000 *кг*) 43 106 *Дж/кг* = 12 470 109 *Дж* = **12,5 *ТДж*** |
| **Найти:** Q – ? | **Ответ: 12,5 *ТДж*** |

**Задание 3**. Рассчитать необходимое количество энергии, чтобы нагреть сопло до температуры плавления материала, из которого оно сделано. *Наружная оболочка сопла изготавливается из высокопрочных сталей, титановых и алюминиевых сплавов. В данной задаче учитываем только свойства титана.   
И помните, что вокруг сопла работает охлаждающая система, но её работу мы в расчётах не учитываем.*

Необходимые данные Вы найдёте на последней странице Рабочего листа.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  Материал сопла: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_.  M (сопла) = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_кг.  с = \_\_\_\_\_\_\_\_ Дж/кг°  t (плавления титана) = \_\_\_\_\_ °С  t (начальная) = 25 °С | **Решение:**  Q = М ⋅ С ⋅ ( tплавления - tначальная) =  150 *кг* 989 *Дж/кг°С* (1668 *°С* – 25 *°С*) =  = 243 739 050 *Дж* = **243,7 *МДж*** |
| **Найти:** Q – ? | **Ответ:** 243,7 *МДж* |

**Задание 4**. Рассчитать, какое количество энергии будет затрачено для   
ракеты-носителя «Сатурн-5», чтобы получить нужное количество энергии для полезной работы, учитывая КПД реактивного двигателя. Необходимые данные Вы найдёте на последней странице Рабочего листа и на информационном стенде вашего экспоната.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  КПД = 1%.  Mсухой ракеты = \_\_\_\_\_\_\_\_\_ кг.  H высота орбиты = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ м.  *Используйте формулу для полезной работы:*  *А = FH, где F – результирующая сила, которую надо приложить к ракете для того, чтобы поднять ракету на  высоту Н со средним ускорением  a = 20 м/с2.*  *Выразите результирующую силу F через 2-й закон Ньютона* | **Решение:**  .  .  **⇒**  = = **216 ⋅ 1012 *Дж*** |
| **Найти:** Qзатрачено.– ? | **Ответ: 216 1012 *Дж*** |

**Задание 5.** Рассчитать массу необходимого топлива для ракеты-носителя «Энергия» с учётом, что она влияет на стартовую массу. Необходимые данные Вы найдете в таблице на последней странице рабочей тетради и на информационном стенде вашего экспоната.

|  |  |
| --- | --- |
| **Дано:**  КПД = 1%  Mстартовой ракеты MAX = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_кг.  q = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Дж/кг.  H высота орбиты = \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ м.  *Используйте формулу для полезной работы:*  *А = FH, где F – результирующая сила, которую надо приложить к ракете для того, чтобы поднять ракету на высоту Н со средним ускорением a = 20 м/с2.*  *Выразите результирующую силу F через  2-й закон Ньютона* | **Решение:**  = =  = **29 028 1011 Дж.**  Q = q ⋅ Mтоплива => |
| **Найти:** Mтоплива – ? | **Ответ:** |

*Справочные данные для решения задач:*

* удельная теплота сгорания керосина + жидкого кислорода:

q = 43 МДж/кг;

* высота орбиты: H = 400 км;
* удельная теплоёмкость титана с увеличением температуры возрастает:

с (при t = 27°C) = 530 Дж/кг ⋅ °C;

с (при t = 1661°C) = 989 Дж/кг ⋅ °C;

* температура плавления титана: t = 1668 °C;
* масса сопла M = 150 кг.