

 Этот курс скрыт и недоступен для студентов [Нажмите здесь, чтобы обновить настройки](#)



[ol2309000](#) [ol2309000](#)

**Тест начат** воскресенье, 19 Февраль 2023, 11:07

**Состояние** Завершены

**Завершен** воскресенье, 19 Февраль 2023, 14:54

**Прошло  
времени** 3 час. 46 мин.

**Баллы** 16/35

**Оценка** 14 из 30 (46%)

Вопрос **Инфо**

*Оформление решений задач должно быть полным т.е. содержать все промежуточные этапы. (Ответ без решения не засчитывается.)*

*При оформлении задач по программированию:*

- 1) используются языки C/C++, Pascal, Basic Fortran т.е. языки не имеющие встроенных функций;*
- 2) программа должна содержать комментарии, облегчающие понимание логики работы программы;*
- 3) предварительное тестирование программ или их компиляция не предусмотрены (запуск посторонних программ может спровоцировать автоматическое закрытие олимпиады без возможности ее продолжения)!*

*При не выполнении данных условий баллы будут сниматься.*

-----

*Решение вы можете оформить двумя способами:*

*А) в поле для ответа – функционал аналогичен Word и позволяет вводить формулы;*

*Б) на листе бумаги - с последующим фотографированием, формированием единого многостраничного файла и дальнейшая его загрузка в систему (**правила оформления - в конце страницы! т.е. после крайней задачи!**)*

-----

*Во время олимпиады допускается однократный выход (через час после начала олимпиады) по необходимости. Для этого надо написать в чат проктору фразу «выход ....» и указать время. Ждать ответа проктора не надо! После возвращения надо так же написать «возвращение...» и указать время.*

-----

*В случае возникновения технических вопросов оперативно пишите в чат вашему проктору. Вопросы, связанные с условием и решением задач, не обсуждаются!*

*Желаем успешного прохождения Олимпиады!*

## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	Просмотрено	
3	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	

Вопрос **Инфо**



# ПЕРИОДИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ

ПЕРИОДЫ	ГРУППЫ ЭЛЕМЕНТОВ							
	а I б	а II б	а III б	а IV б	а V б	а VI б	а VII б	а VIII
1	<b>H</b>						<b>H</b> 1 1,00794±7 ВОДОРОД	<b>He</b> 2 4,002602±2 ГЕЛИЙ
2	<b>Li</b> 3 6,941±2 ЛИТИЙ	<b>Be</b> 4 9,012182±3 БЕРИЛЛИЙ	<b>B</b> 5 10,811±7 БОР	<b>C</b> 6 12,0107±8 УГЛЕРОД	<b>N</b> 7 14,00674±7 АЗОТ	<b>O</b> 8 15,9994±3 КИСЛОРОД	<b>F</b> 9 18,9984032±5 ФТОР	<b>Ne</b> 10 20,1797±6 НЕОН
3	<b>Na</b> 11 22,989770±2 НАТРИЙ	<b>Mg</b> 12 24,3050±6 МАГНИЙ	<b>Al</b> 13 26,981538±2 АЛЮМИНИЙ	<b>Si</b> 14 28,0855±3 КРЕМНИЙ	<b>P</b> 15 30,973761±2 ФОСФОР	<b>S</b> 16 32,066±6 СЕРА	<b>Cl</b> 17 35,4527±9 ХЛОР	<b>Ar</b> 18 39,948±1 АРГОН
4	<b>K</b> 19 39,0983±1 КАЛИЙ	<b>Ca</b> 20 40,078±4 КАЛЬЦИЙ	<b>Sc</b> 21 44,955910±8 СКАНДИЙ	<b>Ti</b> 22 47,867±1 ТИТАН	<b>V</b> 23 50,9415±1 ВАНАДИЙ	<b>Cr</b> 24 51,9961±6 ХРОМ	<b>Mn</b> 25 54,938049±9 МАРГАНЕЦ	<b>Fe</b> 26 55,845±2 ЖЕЛЕЗО
	<b>Cu</b> 29 63,546±3 МЕДЬ	<b>Zn</b> 30 65,39±2 ЦИНК	<b>Ga</b> 31 69,723±1 ГАЛЛИЙ	<b>Ge</b> 32 72,61±2 ГЕРМАНИЙ	<b>As</b> 33 74,92160±2 МЫШЬЯК	<b>Se</b> 34 78,96±3 СЕЛЕН	<b>Br</b> 35 79,904±1 БРОМ	<b>Kr</b> 36 83,80±1 КРИПТОН
5	<b>Rb</b> 37 85,4678±3 РУБИДИЙ	<b>Sr</b> 38 87,62±1 СТРОНЦИЙ	<b>Y</b> 39 88,90585±2 ИТРИЙ	<b>Zr</b> 40 91,224±2 ЦИРКОНИЙ	<b>Nb</b> 41 92,90638±2 НИОБИЙ	<b>Mo</b> 42 95,94±1 МОЛИБДЕН	<b>Tc</b> 43 [98] ТЕХНЕЦИЙ	<b>Ru</b> 44 101,07±2 РУТЕНИЙ
	<b>Ag</b> 47 107,8682±2 СЕРЕБРО	<b>Cd</b> 48 112,411±8 КАДМИЙ	<b>In</b> 49 114,818±3 ИНДИЙ	<b>Sn</b> 50 118,710±7 ОЛОВО	<b>Sb</b> 51 121,760±1 СУРЬМА	<b>Te</b> 52 127,60±3 ТЕЛЛУР	<b>I</b> 53 126,90447±3 ИОД	<b>Xe</b> 54 131,29±2 КСЕНОН
6	<b>Cs</b> 55 132,90545±2 ЦЕЗИЙ	<b>Ba</b> 56 137,327±7 БАРИЙ	<b>La*</b> 57 138,9055±2 ЛАНТАН	<b>Hf</b> 72 178,49±2 ГАФИНИЙ	<b>Ta</b> 73 180,9479±1 ТАНТАЛ	<b>W</b> 74 183,84±1 ВОЛЬФРАМ	<b>Re</b> 75 186,207±1 РЕНИЙ	<b>Os</b> 76 190,23±3 ОСМИЙ
	<b>Au</b> 79 196,96655±2 ЗОЛОТО	<b>Hg</b> 80 200,59±2 РУТУТЬ	<b>Tl</b> 81 204,3833±2 ТАЛЛИЙ	<b>Pb</b> 82 207,2±1 СВИНЕЦ	<b>Bi</b> 83 208,98038±2 ВИСМУТ	<b>Po</b> 84 [209] ПОЛОНИЙ	<b>At</b> 85 [210] АСТАТ	<b>Rn</b> 86 [222] РАДОН
7	<b>Fr</b> 87 [223] ФРАНЦИЙ	<b>Ra</b> 88 [226] РАДИЙ	<b>Ac**</b> 89 [227] АКТИНИЙ	<b>Rf</b> 104 [261] РЕЗЕРФОРДИЙ	<b>Db</b> 105 [262] ДУБНИЙ	<b>Sg</b> 106 [265] СИБОРГИЙ	<b>Bh</b> 107 [261] БОРИЙ	<b>Hs</b> 108 [265] ХАССИЙ
								<b>Mei</b> 109 [265] МЕЙ
★ лантаноиды								
	<b>Ce</b> 58 140,9076±2 ЦЕРИЙ	<b>Pr</b> 59 140,9076±2 ПРОМЕТЕЙ	<b>Nd</b> 60 144,242±2 НИОБИЙ	<b>Pm</b> 61 [144] ПРОМЕТЕЙ	<b>Sm</b> 62 150,36±2 СМИТИЙ	<b>Eu</b> 63 151,964±2 ЕВРОПИЙ	<b>Gd</b> 64 157,25±2 ГАДОЛИНИЙ	<b>Tb</b> 65 158,925±2 ТЕРБИЙ
	<b>Dy</b> 66 162,50±2 ДИСПРОЗИЙ	<b>Ho</b> 67 164,930±2 ГОЛТЕНДИЙ	<b>Er</b> 68 167,26±2 ЕРБИЙ	<b>Tm</b> 69 168,93±2 ТЮЛЬМИЙ	<b>Y</b> 70 174,066±2 ИТРИЙ			

140,116±1 4f <sup>15</sup> d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> ЦЕРИЙ	140,90765±2 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup> ПРАЗЕДИЙ	144,24±3 4f <sup>4</sup> 6s <sup>2</sup> НЕОДИЙ	[145] 4f <sup>5</sup> 6s <sup>2</sup> ПРОМЕТИЙ	150,36±3 4f <sup>6</sup> 6s <sup>2</sup> САМАРИЙ	151,964±1 4f <sup>7</sup> 6s <sup>2</sup> ЕВРОПИЙ	157,25±3 4f <sup>7</sup> 5d <sup>1</sup> 6s <sup>2</sup> ГАДОЛИНИЙ	158,92534±2 4f <sup>9</sup> 6s <sup>2</sup> ТЕРБИЙ	162,50±3 4f <sup>10</sup> 6s <sup>2</sup> ДИСПРОЗИЙ	164,93032±2 4f <sup>11</sup> 6s <sup>2</sup> ГОЛЬМИЙ	167,26±3 4f <sup>12</sup> 6s <sup>2</sup> ЭРБИЙ	168,93421±2 4f <sup>13</sup> 6s <sup>2</sup> ТУЛЬИЙ	173
<b>★ а н т и н о и д ы</b>												
Th 90 232,0381±1 6d <sup>2</sup> 7s <sup>2</sup> ТОРИЙ	Pa 91 231,03588±2 5f <sup>2</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> ПРОАКТИНИЙ	U 92 238,0289±1 5f <sup>3</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> УРАН	Np 93 [237] 5f <sup>4</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> НЕПТУНИЙ	Pu 94 [244] 5f <sup>6</sup> 7s <sup>2</sup> ПЛУТОНИЙ	Am 95 [243] 5f <sup>7</sup> 7s <sup>2</sup> АМЕРЦИЙ	Cm 96 [247] 5f <sup>7</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> КУРИЙ	Bk 97 [247] 5f <sup>8</sup> 6d <sup>1</sup> 7s <sup>2</sup> БЕРКЛИЙ	Cf 98 [251] 5f <sup>10</sup> 7s <sup>2</sup> КАЛИФОРНИЙ	Es 99 [252] 5f <sup>11</sup> 7s <sup>2</sup> ЭЙНШТЕЙНИЙ	Fm 100 [257] 5f <sup>12</sup> 7s <sup>2</sup> ФЕРМИЙ	Md 101 [258] 5f <sup>13</sup> 7s <sup>2</sup> МЕНДЕЛЕВИЙ	112

1 Относительные атомные массы приведены по Международной таблице 1995 года (точность указана для последней значащей цифры). Для элементов, не имеющих стабильных изотопов (за исключением Th, Pa и U, распространённых в земной коре), в квадратных скобках приведены массовые числа наиболее долгоживущих изотопов.

2 19/02/23, 14:53 Просмотрено

3 19/02/23, 14:54 Попытка завершена

Вопрос **Инфо**





Растворимость кислот, оснований и солей в воде <span style="float: right;">3 ВО</span>															
	H <sup>+</sup>	Li <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Ba <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Sr <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	Cr <sup>3+</sup>	Fe <sup>2+</sup>	Fe <sup>3+</sup>	Ni <sup>2+</sup>	Co <sup>2+</sup>
OH <sup>-</sup>		P	P	P	P	P	M	H	M	H	H	H	H	H	H
F <sup>-</sup>	P	M	P	P	P	M	H	H	H	M	H	H	H	P	P
Cl <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Br <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
I <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	P	?	P	P
S <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	-	-	-	H	-	-	H	-	H	H
HS <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	H
SO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	M	H	?	-	H	?	H	H
HSO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	?	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	?	?
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	M	P	H	P	P	P	P	P	P
HSO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	?	?	?	-	?	?	?	?	?	?
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	?	?	P	M
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	P	H	P	P	-	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
HPO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	P	?	P	P	P	H	H	M	H	?	?	H	?	?	?
H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?
CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	P	P	P	P	P	H	H	H	H	?	?	H	-	H	H
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	?	?	P	?	?	?
CH <sub>3</sub> COO <sup>-</sup>	P	P	P	P	P	P	P	P	P	-	P	P	-	P	P
SiO <sub>3</sub> <sup>2-</sup>	H	H	P	P	?	H	H	H	H	?	?	H	?	?	?

Ис

L

1

2

3

← Восстановительные свойства атомов ( $M^0 - n\bar{e} \rightarrow M^n$ )

<b>Li</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Na</b>	<b>Mg</b>	<b>Al</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Cr</b>	<b>Fe</b>	<b>Pb</b>
<b>Li<sup>+</sup></b>	<b>K<sup>+</sup></b>	<b>Ca<sup>2+</sup></b>	<b>Na<sup>+</sup></b>	<b>Mg<sup>2+</sup></b>	<b>Al<sup>3+</sup></b>	<b>Mn<sup>2+</sup></b>	<b>Zn<sup>2+</sup></b>	<b>Cr<sup>2+</sup></b>	<b>Fe<sup>2+</sup></b>	<b>Pb<sup>2+</sup></b>

Окислительные свойства катионов ( $M^{n+} + n\bar{e} \rightarrow M^0$ )

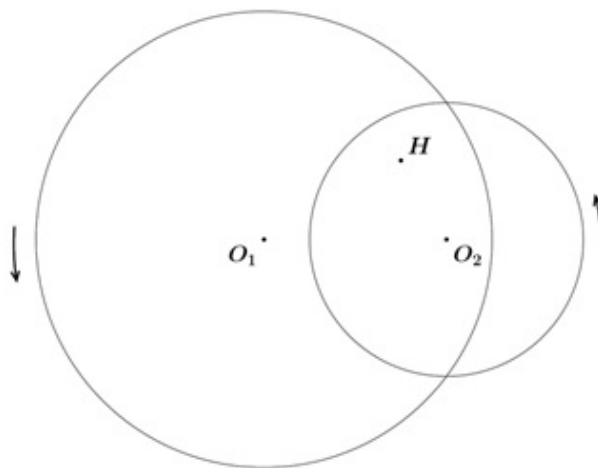
Вопрос **1**

Выполнен

Баллов: 4 из 6

### Задача 1

Два диска, радиусы которых 5 см и 3 см, расположены один над другим параллельно друг другу. При этом расстояние между осями, проходящими перпендикулярно поверхностям дисков через их центры, составляет 4 см (на рисунке это длина отрезка  $O_1O_2$ ). В обоих дисках просверлили насквозь небольшое отверстие Н так, что  $O_1H = 2\sqrt{3}$  см, а  $O_2H = 2$  см. В некоторый момент времени началось равномерное вращение каждого из дисков вокруг перпендикулярной оси, проходящей через центр диска. Угловые скорости вращения диска с центром в  $O_1$  и диска с центром в  $O_2$  равны 10 об/мин и 4 об/мин соответственно. Направление вращения обоих дисков — против часовой стрелки. Найдите все моменты времени, когда оба отверстия в дисках будут снова совпадать.



Во время вращения дисков отверстия описывают окружности, которые пересекаются в 2 точках - Н и симметричная ей относительно  $O_1O_2$ .

Назовём 2ую точку Н'

В треугольнике  $O_1HO_2$  выполняется теорема Пифагора  $O_1O_2 = \sqrt{(O_1H^2 + O_2H^2)} = \sqrt{(12 \text{ см}^2 + (2 \text{ см})^2)}$

Следовательно угол  $O_1HO_2$  - прямой

Т. к. в прямоугольном треугольнике  $O_1HO_2$  катет  $O_2H$  равен половине гипотенузы  $O_1O_2$ ,  
угол  $HO_1O_2$  равен 30 градусам, а угол  $HO_2O_1$  соответственно равен 60 градусам

Т. к. Н и Н' симметричны относительно  $O_1O_2$ , угол  $HO_1H'$  равен 60 градусам, что составляет 1/6 об,  
а угол  $HO_2H'$  - 120 градусам, что составляет 1/3 об,

Полный оборот диск с центром в  $O_1$  совершает за  $1/(10 \text{ об/мин}) = 0,1 \text{ мин} = 6 \text{ с}$

Полный оборот диск с центром в  $O_1$  совершает за  $1/(4 \text{ об/мин}) = 0,25 \text{ мин} = 15 \text{ с}$

Пусть отверстия совпали, находясь в точке Н

Время, пошедшее с начала вращения  $t = 6 \text{ с} * n = 15 \text{ с} * m$ ; где n и m - неотрицательные целые числа

$$2 \text{ с} * n = 5 \text{ с} * m$$

$n = 5k$  и  $m = 2k$ ; где k - неотрицательное целое число

$$t = 6 \text{ с} * 5k = 30k \text{ с}$$

Пусть отверстия совпали, находясь в точке Н'

Время, пошедшее с начала вращения  $t = 6 \text{ с} * n + 6 \text{ с} / 6 = 15 \text{ с} * m + 15 \text{ с} / 3$ ; где n и m - неотрицательные целые числа

$$6 \text{ с} * n + 1 \text{ с} = 15 \text{ с} * m + 5 \text{ с}$$

$$6 \text{ с} * n = 15 \text{ с} * m + 4 \text{ с}$$

$$\text{т. е. } n \bmod 15 = 4$$

$$\text{Для } n = 0 \quad 6n \bmod 15 = 0$$

$$n = 1 \quad 6n \bmod 15 = 6$$

$$n = 2 \quad 6n \bmod 15 = 12$$

$$n = 3 \quad 6n \bmod 15 = 3$$

$$n = 4 \quad 6n \bmod 15 = 9$$

$$n = 5 \quad 6n \bmod 15 = 0 \text{ - остатки начали, повторяться, цикл замкнулся}$$

Следовательно, отверстия никогда не совпадут, находясь в точке Н'

Ответ:  $30k$  с для любого целого неотрицательного  $k$

Комментарий:

1) При нахождении моментов времени, когда отверстия совпадают в точке Н', участник не учел, что по условию диски вращаются в одну и ту же сторону против часовой стрелки (у него рассмотрен случай, когда диски вращаются навстречу друг другу). Поэтому для диска с центром в точке  $O_1$  моменты попадания отверстия в точку Н' записываются не в виде  $6n + 6/6$ , как у участника, а как  $6n + 6(5/6)$ . Это дает в итоге то, что в точке Н' отверстия совпадают в моменты  $t = 5 + 30n$  секунд, где  $n$  - целое неотрицательное число.

2) Правильно получена только половина ответа.

Итого: 4 балла.

## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	<p>Сохранено: Во время вращения дисков отверстия описывают окружности, которые пересекаются в 2 точках - Н и симметричная ей относительно О1О2. Назовём 2ую точку Н' В треугольнике О1НО2 выполняется теорема Пифагора <math>O_1O_2 = \sqrt{(O_1H^2 + O_2H^2)} = \sqrt{(12 \text{ см}^2 + (2 \text{ см})^2)}</math> Следовательно угол О1НО2 - прямой Т. к. в прямоугольном треугольнике О1НО2 катет О2Н равен половине гипотенузы О1О2, угол НО1О2 равен 30 градусам, а угол НО2О1 соответственно равен 60 градусам Т. к. Н и Н' симметричны относительно О1О2, угол НО1Н' равен 60 градусам, что составляет 1/6 об, а угол угол НО2Н' - 120 градусам, что составляет 1/3 об, Полный оборот диск с центром в О1 совершает за 1/(10 об/мин) = 0,1 мин = 6 с Полный оборот диск с центром в О1 совершает за 1/(4 об/мин) = 0,25 мин = 15 с Пусть отверстия совпали, находясь в точке Н Время, пошедшее с начала вращения <math>t = 6 \text{ с} * n = 15 \text{ с} * m</math>; где n и m - неотрицательные целые числа <math>2 \text{ с} * n = 5 \text{ с} * m</math> <math>n = 5k</math> и <math>m = 2k</math>; где k - неотрицательное целое число <math>t = 6 \text{ с} * 5k = 30k \text{ с}</math> Пусть отверстия совпали, находясь в точке Н' Время, пошедшее с начала вращения <math>t = 6 \text{ с} * n + 6 \text{ с} / 6 = 15 \text{ с} * m + 15 \text{ с} / 3</math>; где n и m - неотрицательные целые числа <math>6 \text{ с} * n + 1 \text{ с} = 15 \text{ с} * m + 5 \text{ с}</math> <math>6 \text{ с} * n = 15 \text{ с} * m + 4 \text{ с}</math> т. е. <math>n \bmod 15 = 4</math> Для <math>n = 0</math> <math>6n \bmod 15 = 0</math> <math>n = 1</math> <math>6n \bmod 15 = 6</math> <math>n = 2</math> <math>6n \bmod 15 = 12</math> <math>n = 3</math> <math>6n \bmod 15 = 3</math> <math>n = 4</math> <math>6n \bmod 15 = 9</math> <math>n = 5</math> <math>6n \bmod 15 = 0</math> - остатки начали, повторяться, цикл замкнулся Следовательно, отверстия никогда не совпадут, находясь в точке Н' Ответ: 30k с для любого целого неотрицательного k</p>	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
4	11/03/23, 09:41	Оценено вручную на 4 со следующим комментарием: _1) При нахождении моментов времени, когда отверстия совпадают в точке Н', участник не учел, что по условию диски вращаются в одну и ту же сторону против часовой стрелки (у него рассмотрен случай, ...	Выполнен	4



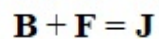
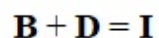
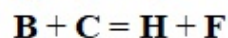
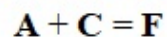
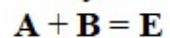
Вопрос **2**

Выполнен

Баллов: 0 из 6

**Задача 2**

Количества протонов, входящих в состав молекул веществ **A**, **B**, **C** и **D**, относятся как 1:8:8:17 соответственно. Для этих веществ известны следующие реакции:



Также известно, что **C** и **D** не реагируют друг с другом. Схемы реакций представлены без коэффициентов. Предложите формулы веществ **A – K**, и запишите уравнения указанных реакций и условия их протекания для этих веществ.

Нет решения

Комментарий:  
нет решения

### История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	Сохранено: Нет решения	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
4	11/03/23, 09:41	Оценено вручную на 0 со следующим комментарием: нет решения	Выполнен	0

Вопрос **3**

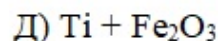
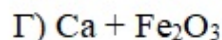
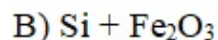
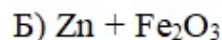
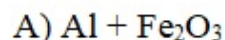
Выполнен

Баллов: 5 из 6

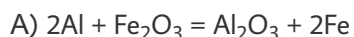
**Задача 3**

Одним из основных способов сварки рельсов является термитная сварка. Термитная сварка — способ сварки, при котором для нагрева металла используется термит, состоящий из порошкообразной смеси металлического алюминия и железной окалины. Соединяемые детали заформовывают огнеупорным материалом, подогревают, место сварки заливают расплавленным термитом, который предварительно зажигают. Жидкое железо, сплавляясь с основным металлом, даёт прочное соединение.

Однако, возможно применение и других составов. Из предложенных вариантов выберите смесь, обладающую наибольшим соотношением теплоты сгорания смеси/массу смеси.



Вещество	$\Delta H^\circ_{\text{обр., 298, кДж/моль}}$
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	-822
$\text{Al}_2\text{O}_3$	-1602
$\text{ZnO}$	-350,6
$\text{SiO}_2$	-903,5
$\text{CaO}$	-635
$\text{TiO}_2$	-933



$1602 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 780 \text{ кДж/моль}$  - теплота, выделившаяся в результате реакции

$780 \text{ кДж/моль} / (2 * 27 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) = 3,6 \text{ кДж/г}$  - удельная теплота сгорания

Б)  $3\text{Zn} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{ZnO} + 2\text{Fe}$

$3 * 350,6 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 229,8 \text{ кДж/моль}$  - теплота, выделившаяся в результате реакции

$229,8 \text{ кДж/моль} / (3 * 65 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) < 3,6 \text{ кДж/г}$

В)  $3\text{Si} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{SiO}_2 + 4\text{Fe}$

$3 * 903,5 \text{ кДж/моль} - 2 * 822 \text{ кДж/моль} = 1066,5 \text{ кДж/моль}$  - теплота, выделившаяся в результате реакции

$1066,5 \text{ кДж/моль} / (3 * 28 \text{ г/моль} + 2 * (2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль})) = 2,6 \text{ кДж/г} < 3,6 \text{ кДж/г}$

Г)  $3\text{Ca} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{CaO} + 2\text{Fe}$

$3 * 635 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 1083 \text{ кДж/моль}$  - теплота, выделившаяся в результате реакции

$1083 \text{ кДж/моль} / (3 * 40 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) = 3,9 \text{ кДж/г} > 3,6 \text{ кДж/г}$

Д)  $3\text{Ti} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{TiO}_2 + 4\text{Fe}$

$3 * 933 \text{ кДж/моль} - 2 * 822 \text{ кДж/моль} = 1155 \text{ кДж/моль}$  - теплота, выделившаяся в результате реакции

$1155 \text{ кДж/моль} / (3 * 48 \text{ г/моль} + 2 * (2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль})) = 2,5 \text{ кДж/г} < 3,9 \text{ кДж/г}$

Следовательно, наибольшей удельной теплотой сгорания обладает  $\text{Ca} + \text{Fe}_2\text{O}_3$

Ответ: Г

Комментарий:

5 баллов

## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	Сохранено: А) $2\text{Al} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = \text{Al}_2\text{O}_3 + 2\text{Fe}$ $1602 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 780 \text{ кДж/моль}$ - теплота, выделившаяся в результате реакции $780 \text{ кДж/моль} / (2 * 27 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) = 3,6 \text{ кДж/г}$ - удельная теплота сгорания Б) $3\text{Zn} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{ZnO} + 2\text{Fe}$ $3 * 350,6 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 229,8 \text{ кДж/моль}$ - теплота, выделившаяся в результате реакции $229,8 \text{ кДж/моль} / (3 * 65 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) < 3,6 \text{ кДж/г}$ В) $3\text{Si} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{SiO}_2 + 4\text{Fe}$ $3 * 903,5 \text{ кДж/моль} - 2 * 822 \text{ кДж/моль} = 1066,5 \text{ кДж/моль}$ - теплота, выделившаяся в результате реакции $1066,5 \text{ кДж/моль} / (3 * 28 \text{ г/моль} + 2 * (2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль})) = 2,6 \text{ кДж/г} < 3,6 \text{ кДж/г}$ Г) $3\text{Ca} + \text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{CaO} + 2\text{Fe}$ $3 * 635 \text{ кДж/моль} - 822 \text{ кДж/моль} = 1083 \text{ кДж/моль}$ - теплота, выделившаяся в результате реакции $1083 \text{ кДж/моль} / (3 * 40 \text{ г/моль} + 2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль}) = 3,9 \text{ кДж/г} > 3,6 \text{ кДж/г}$ Д) $3\text{Ti} + 2\text{Fe}_2\text{O}_3 = 3\text{TiO}_2 + 4\text{Fe}$ $3 * 933 \text{ кДж/моль} - 2 * 822 \text{ кДж/моль} = 1155 \text{ кДж/моль}$ - теплота, выделившаяся в результате реакции $1155 \text{ кДж/моль} / (3 * 48 \text{ г/моль} + 2 * (2 * 56 \text{ г/моль} + 3 * 16 \text{ г/моль})) = 2,5 \text{ кДж/г} < 3,9 \text{ кДж/г}$ Следовательно, наибольшей удельной теплотой сгорания обладает Ca + $\text{Fe}_2\text{O}_3$ Ответ: Г	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
<u>4</u>	11/03/23, 09:43	Оценено вручную на 5 со следующим комментарием:	Выполнен	5
<b>5</b>	<b>11/03/23, 09:49</b>	<b>Оценено вручную на 5 со следующим комментарием: 5 баллов</b>	<b>Выполнен</b>	<b>5</b>

Вопрос 4

Выполнен

Баллов: 2 из 6

**Задача 4**

Дана синусоидальная волна, движущаяся в направлении  $+x$  от источника с амплитудой  $A$ , периодом  $T$ , скоростью распространения  $v$  и описываемая уравнением вида:

$$f_1(x, t) = A \sin \left[ \frac{2\pi}{T} (t - x/v) \right]$$

В точке  $x=L$ , расположена стена. Найдите выражение  $f_2(x, t)$  для отраженной и результирующей волн  $f = f_1(x, t) + f_2(x, t)$  в случае:

а) стена в точке  $x=L$  является фиксированным концом для падающей и отраженной волн (т.е. амплитуда результирующей волны равна нулю в этой точке)

б) стена в точке  $x=L$  является свободным концом для падающей и отраженной волн т.е. (амплитуды падающих и отраженных волн равны в этой точке)

Покажите, что результирующая волна является стоячей и выведите выражение для координаты  $x$  узлов этой стоячей волны. Напишите простой программный код для построения графика результирующей волны (для случаев (а) и (б)) при заданных пользователем входных параметрах  $L$ ,  $v$ ,  $A$  и  $T$ .

Величина отражённой волны в точке с координатой  $x$  равна величине падающей волны, смещённой по фазе, в точке  $L + (L - x) = 2L - x$

$$f_2(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v) + \omega]$$

$$a) f_2(L, t) = -f_1(L, t)$$

$$\omega = \pi / 2$$

$$f_2(x, t) = -A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$$

$$f(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - x / v)] - A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$$

$$б) f_2(L, t) = f_1(L, t)$$

$$\omega = 0$$

$$f_2(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$$

$$f(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - x / v)] + A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$$

Комментарий:

*2 балла – имеется начало правильного подхода к решению. Получена правильная результирующая волна, однако отсутствует выражение для координаты  $x$  узлов этой стоячей волны. Отсутствует финальный результат. Ход решения близок к верному.*



## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	Сохранено: Величина отражённой волны в точке с координатой $x$ равна величине падающей волны, смещённой по фазе, в точке $L + (L - x) = 2L - x$ $f_2(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v) + \omega]$ а) $f_2(L, t) = -f_1(L, t)$ $\omega = \pi / 2$ $f_2(x, t) = -A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$ $f(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - x / v)] - A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$ б) $f_2(L, t) = f_1(L, t)$ $\omega = 0$ $f_2(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$ $f(x, t) = A \sin[2\pi / T (t - x / v)] + A \sin[2\pi / T (t - (2L - x) / v)]$	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
4	11/03/23, 09:44	Оценено вручную на 2 со следующим комментарием: <u>2 балла</u> – имеется начало правильного подхода к решению. Получена правильная результирующая волна, <u>однако отсутствует выражение для координаты <math>x</math> узлов</u> <u>этой стоячей волны.</u> Отсутствует ...	Выполнен	2

Вопрос **5**

Выполнен

Баллов: 5 из 6

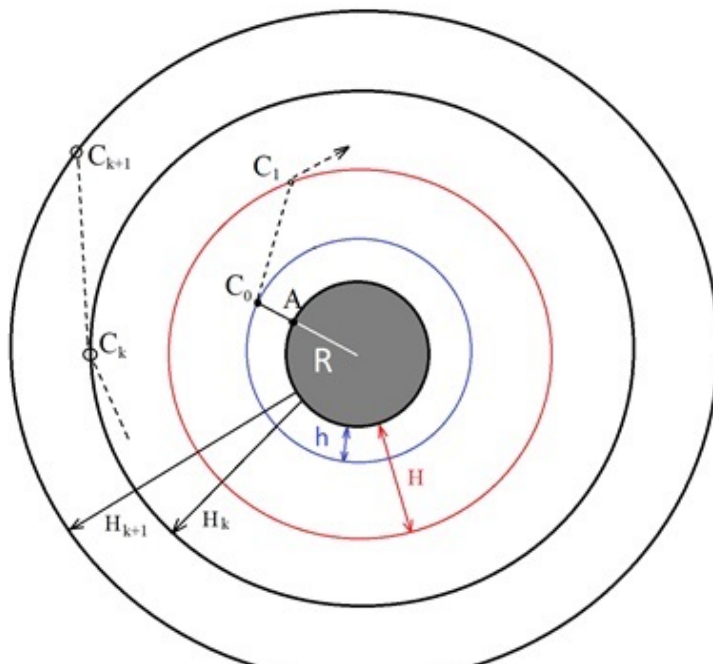


### Задача 5

Из точки  $A$ , которая находится на поверхности малой планеты радиуса  $R=300$  км, вертикально вверх стартует ракета. На высоте  $h = 1$  км (в точке  $C_0$ ) ракета меняет траекторию таким образом, чтобы при достижении высоты  $H_1 = 10$  км (в точке  $C_1$ ) оказаться на максимально удалении от точки старта.

Достигнув высоты  $H_1$ , ракета вновь изменяет угол полета таким образом, чтобы при достижении высоты  $H_2 = 20$  км оказаться на максимально удалении от точки  $C_2$ . Дальнейшее движение ракеты происходит аналогичным образом - при достижении высоты  $k \cdot 10$  км траектория меняется, чтобы выполнялось условие максимального удаления от точки  $C_k$ .

Все участки движения ракеты прямые, при этом она постоянно увеличивает высоту. Каждый из отрезков траектории движения ракеты лежит в одной плоскости, т.е. ракета постепенно облетает планету.



Рассмотрим момент времени когда ракета находится в точке  $C_n$  и разворачивается

Введём результаты проходящую через  $C_n$  и центр планеты

Введём значения траектории и найдём промежуток высот  $[H_k; H_{k+1}]$ , на котором

ракета пройдёт над точкой старта

Пусть  $d(x_{n+1})$  - расстояние от  $C_{n+1}$  до  $C_n$  если точка  $C_{n+1}$  имеет координату  $x$ , равную  $x_{n+1}$

$$d(x_{n+1}) = \sqrt{x_{n+1}^2 + (y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n)^2}; \text{ где } y_{n+1}(x_{n+1}) = \sqrt{((n+1)10\text{км} + 300\text{км} - x_{n+1}^2)} - \text{координата } y \text{ точки } C_{n+1},$$

$$y_n = n * 10 \text{ км} + 300 \text{ км} - \text{координата } y \text{ точки } C_n$$

$$\text{Пусть } D(x_{n+1}) = d^2(x_{n+1}) = x_{n+1}^2 + (y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n)^2$$

$d$  достигает максимума при максимуме  $D$

$$D'(x_{n+1}) = 2x_{n+1} + 2(y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n) y'_{n+1}(x_{n+1}) = 2x_{n+1} + 2(y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n) \frac{-2x_{n+1}}{2\sqrt{(n+1)10\text{км} + 300\text{км} - x_{n+1}^2}} =$$

$$= 2x_{n+1} + 2(y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n) (-2x_{n+1} / 2y_{n+1}(x_{n+1})) = 2(1 - 1 + y_n / y_{n+1}(x_{n+1})) x_{n+1} = 2(y_n / y_{n+1}(x_{n+1})) x_{n+1}$$

$$D'(x_{n+1}) = 0 \text{ если } y_n = 0 \text{ или } x_{n+1} = 0$$

$$y_n > 0 \text{ и } y_{n+1}(x_{n+1}) > 0 \Rightarrow y_n / y_{n+1}(x_{n+1}) > 0$$

$x_{n+1} \geq 0$  - иначе ракета не будет облетать планету

Следовательно  $D'(x_{n+1}) \geq 0$

Значит, максимум  $d(x_{n+1})$  достигается при максимуме  $x_{n+1}$ , т. е. при развороте в точке  $C_n$  параллельно горизонту (сильнее развернуться нельзя, т. к. тогда начальный участок пути ракета будет снижаться)

Программа на C++ выводящая координаты точек  $C_n$  в полярной системе координат

```
#include <iostream>
```

```
#include <cmath>
```

```
int main() {
```

```
    int n; // требуемое количество выведенных точек
```

```
    std::cin >> n;
```

```
int r = 300; // в километрах
double phi = 0; // в радианах
std::cout << "r = " << r + 1 << ", phi = " << phi << "\n"; // C0 на 1 км выше старты

for (int i = 0; i < n; ++ i) {
    r += 10; // высота увеличивается на 10 км
    phi += std::acos(static_cast<double>(r - 10) / r); // направление движения перпендикулярно радиус-вектору в точке разворота
    std::cout << "r = " << r << ", phi = " << phi << "\n";
}

return 0;
}
```

#### Комментарий:

Приведено оригинальное доказательство того что движение должно быть по касательной к орбите (+1 балл).

Программа учитывает первичное поднятие на высоту 1 км и циклично изменяет высоту на 10 км. При этом фактически исследуются высоты 11, 21, 31 и т.д. в то время как надо учитывать 10, 20, 30 и т.д., что приводит к искажению в решении.

Итоговая оценка: 4 (верное решение содержит ошибки) +1(оригинальность) = 5 баллов

## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	<p>Сохранено: Рассмотрим момент времени когда ракета находится в точке <math>C_n</math> и разворачивается Введём ось <math>y</math>, проходящую через <math>C_n</math> и центр планеты Введём ось <math>x</math>, проходящую через <math>C_n</math> и перпендикулярную оси <math>y</math> Пусть <math>d(x_{n+1})</math> - расстояние от <math>C_{n+1}</math> до <math>C_n</math> если точка <math>C_{n+1}</math> имеет координату <math>x</math>, равную <math>x_{n+1}</math> <math>d(x_{n+1}) = [\sqrt{x_{n+1}^2 + (y_{n+1} - y_n)^2}]</math>; где <math>y_{n+1}(x_{n+1}) = [\sqrt{((n+1) 10 \text{ км} + 300 \text{ км} - x_{n+1})^2}]</math> - координата <math>y</math> точки <math>C_{n+1}</math>, <math>y_n = n * 10 \text{ км} + 300 \text{ км}</math> - координата <math>y</math> точки <math>C_n</math> Пусть <math>D(x_{n+1}) = d^2(x_{n+1}) = x_{n+1}^2 + (y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n)^2</math> <math>d</math> достигает максимума при максимуме <math>D</math> <math>D'(x_{n+1}) = 2x_{n+1} + 2(y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n) y'_{n+1}(x_{n+1}) = 2x_{n+1} + 2(y_{n+1}(x_{n+1}) - y_n) [\frac{-2x_{n+1}}{2y_{n+1}(x_{n+1})}] = 2(1 - 1 + y_n / y_{n+1}(x_{n+1})) x_{n+1} = 2(y_n / y_{n+1}(x_{n+1})) x_{n+1}</math> <math>D'(x_{n+1}) = 0</math> если <math>y_n = 0</math> или <math>x_{n+1} = 0</math> <math>y_n &gt; 0</math> и <math>y_{n+1}(x_{n+1}) &gt; 0 \Rightarrow y_n / y_{n+1}(x_{n+1}) &gt; 0</math> <math>x_{n+1} \geq 0</math> - иначе ракета не будет облетать планету Следовательно <math>D'(x_{n+1}) \geq 0</math> Значит, максимум <math>d(x_{n+1})</math> достигается при максимуме <math>x_{n+1}</math>, т. е. при развороте в точке <math>C_n</math> параллельно горизонту (сильнее развернуться нельзя, т. к. тогда начальный участок пути ракета будет снижаться)</p> <p>Программа на C++ выводящая координаты точек <math>C_n</math> в полярной системе координат</p> <pre>#include &lt;iostream&gt; #include &lt;cmath&gt; int main() { int n; // требуемое количество выведенных точек std::cin &gt;&gt; n; int r = 300; // в километрах double phi = 0; // в радианах std::cout &lt;&lt; "r = " &lt;&lt; r + 1 &lt;&lt; ", phi = " &lt;&lt; phi &lt;&lt; '\n'; // C0 на 1 км выше старты for (int i = 0; i &lt; n; ++ i) { r += 10; // высота увеличивается на 10 км phi += std::acos(static_cast&lt;double&gt;(r - 10) / r); // направление движения перпендикулярно радиус-вектору в точке разворота std::cout &lt;&lt; "r = " &lt;&lt; r &lt;&lt; ", phi = " &lt;&lt; phi &lt;&lt; '\n'; } return 0; }</pre>	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
4	11/03/23, 09:45	<p>Оценено вручную на 5 со следующим комментарием: Приведено оригинальное доказательство того что движение должно быть по касательной к орбите (+1 балл). Программа учитывает первичное поднятие на высоту 1 км и циклично изменяет высоту на 10 км. ...</p>	Выполнен	5

Вопрос **6**

Выполнен

Баллов: 0 из 5

Решение вы можете оформить двумя способами:

А) в поле для ответа – функционал аналогичен Word и позволяет вводить формулы;

Б) на листе бумаги - с последующим фотографированием, формированием единого многостраничного файла и дальнейшая его загрузка в систему.

Если вы оформляете задание на листах, то по истечении 230 минут будет необходимо завершить работу и приступить к загрузке решений (предварительно написав в чат проктору). Для загрузки заданий дополнительно выделяется **15 минут**, по истечении которых загрузка заданий станет **недоступна**.

Поля для ответов не должны быть пустыми! Если решения нет, тогда в поле ответа к этой задаче надо написать **«решения нет»**. Если решение есть и оно в файле то пишете **«решение загружено в файле и прикреплено к задаче №...»** т.е. указываете номер задачи в которой загружен файл со всеми решениями.

Загрузка решений осуществляется в конце олимпиады или досрочно, если Вы решили сдать работу раньше. Для загрузки ваших решений в систему будет необходимо сфотографировать чистовые листы, перенести их на компьютер, сформировать единый файл с решениями, и загрузить в систему. Для этого:

1. Сообщите проктору об окончании работы (напишите в чат «я готов закончить олимпиаду и сдать работу»). Дождаться ответа проктора для перехода к фотографированию не нужно. Ваше сообщение фиксирует время начала загрузки ответов. **Обратите внимание:** возвращаться к решению задач после того, как вы написали проктору о завершении, **уже нельзя!**
2. Покажите на камеру все ваши листы с решениями. Показывать и фотографировать черновики не нужно. На листах с решениями не должно быть никаких обозначений, которые бы позволили идентифицировать вашу работу (ФИО и т.п.).
3. **Только после того**, как написали проктору о завершении работы и показали все листы на камеру, разрешено отключить камеру мобильного телефона и использовать его для фотографирования. Можно использовать фотоаппарат.
4. Сфотографируйте все листы с решениями и перенесите на компьютер файлы с фотографиями решений любым удобным способом.
5. В программе Microsoft Word (или аналогичной) создайте новый пустой файл и перенесите в него фотографии решений. Одна страница файла должна соответствовать одной странице вашего текста. Постарайтесь уместить ваш скан на странице так чтобы он не выходил за поля и был максимально виден. Сохраните этот файл в формате pdf (пошаговая инструкция приведена ниже). **Название файла – ваш логин ol\*\*\*\*\***. Никаких других обозначений, позволяющих идентифицировать вашу работу, в названии файла не допускается. Файл должен быть **один**, его размер не должен превышать 10 мб!



6. Проверьте, что созданный вами файл содержит все решения задач, которые вы предоставляете к проверке. Загрузите pdf-файл с решениями в систему, перетащив файл в окно под одной из задач решение которой есть в файле. Не забывайте в полях ответа написать: «решения нет» (если ничего по задаче не сделано) или «решение загружено в файле и прикреплено к задаче №...».

7. Во избежание ошибок загрузки отправьте ваш файл в чат проктору.

8. После того, как файл загружен в систему и отправлен проктору, внизу страницы нажмите кнопку «закончить попытку», а затем «отправить все и завершить тест».

Только после того, как решения загружены и подтверждены, можете покидать систему прокторинга.

Все решения в полях для ответов, файл не требуется

Комментарий:

## История ответов

Шаг	Время	Действие	Состояние	Баллы
<u>1</u>	19/02/23, 11:07	Начало	Пока нет ответа	
<u>2</u>	19/02/23, 14:53	Сохранено: Все решения в полях для ответов, файл не требуется	Ответ сохранен	
<u>3</u>	19/02/23, 14:54	Попытка завершена	Выполнен	
4	11/03/23, 09:49	Оценено вручную на 0 со следующим комментарием:	Выполнен	0



ПРЕДЫДУЩИЙ АКТ. ЭЛЕМЕНТ  
2022 - Инженерные системы 10-11 классы (финал).