

1																	18
<sup>1</sup> H 1.008	2											13	14	15	16	17	<sup>2</sup> He 4.003
<sup>3</sup> Li 6.94	<sup>4</sup> Be 9.01											<sup>5</sup> B 10.81	<sup>6</sup> C 12.01	<sup>7</sup> N 14.01	<sup>8</sup> O 16.00	<sup>9</sup> F 19.00	<sup>10</sup> Ne 20.18
<sup>11</sup> Na 22.99	<sup>12</sup> Mg 24.31	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	<sup>13</sup> Al 26.98	<sup>14</sup> Si 28.09	<sup>15</sup> P 30.97	<sup>16</sup> S 32.06	<sup>17</sup> Cl 35.45	<sup>18</sup> Ar 39.95
<sup>19</sup> K 39.10	<sup>20</sup> Ca 40.08	<sup>21</sup> Sc 44.96	<sup>22</sup> Ti 47.87	<sup>23</sup> V 50.94	<sup>24</sup> Cr 52.00	<sup>25</sup> Mn 54.94	<sup>26</sup> Fe 55.85	<sup>27</sup> Co 58.93	<sup>28</sup> Ni 58.69	<sup>29</sup> Cu 63.55	<sup>30</sup> Zn 65.38	<sup>31</sup> Ga 69.72	<sup>32</sup> Ge 72.63	<sup>33</sup> As 74.92	<sup>34</sup> Se 78.97	<sup>35</sup> Br 79.90	<sup>36</sup> Kr 83.80
<sup>37</sup> Rb 85.47	<sup>38</sup> Sr 87.62	<sup>39</sup> Y 88.91	<sup>40</sup> Zr 91.22	<sup>41</sup> Nb 92.91	<sup>42</sup> Mo 95.95	<sup>43</sup> Tc -	<sup>44</sup> Ru 101.1	<sup>45</sup> Rh 102.9	<sup>46</sup> Pd 106.4	<sup>47</sup> Ag 107.9	<sup>48</sup> Cd 112.4	<sup>49</sup> In 114.8	<sup>50</sup> Sn 118.7	<sup>51</sup> Sb 121.8	<sup>52</sup> Te 127.6	<sup>53</sup> I 126.9	<sup>54</sup> Xe 131.3
<sup>55</sup> Cs 132.9	<sup>56</sup> Ba 137.3	57- 71	<sup>72</sup> Hf 178.5	<sup>73</sup> Ta 180.9	<sup>74</sup> W 183.8	<sup>75</sup> Re 186.2	<sup>76</sup> Os 190.2	<sup>77</sup> Ir 192.2	<sup>78</sup> Pt 195.1	<sup>79</sup> Au 197.0	<sup>80</sup> Hg 200.6	<sup>81</sup> Tl 204.4	<sup>82</sup> Pb 207.2	<sup>83</sup> Bi 209.0	<sup>84</sup> Po -	<sup>85</sup> At -	<sup>86</sup> Rn -
<sup>87</sup> Fr -	<sup>88</sup> Ra -	89- 103	<sup>104</sup> Rf -	<sup>105</sup> Db -	<sup>106</sup> Sg -	<sup>107</sup> Bh -	<sup>108</sup> Hs -	<sup>109</sup> Mt -	<sup>110</sup> Ds -	<sup>111</sup> Rg -	<sup>112</sup> Cn -	<sup>113</sup> Nh -	<sup>114</sup> Fl -	<sup>115</sup> Mc -	<sup>116</sup> Lv -	<sup>117</sup> Ts -	<sup>118</sup> Og -

<sup>57</sup> La 138.9	<sup>58</sup> Ce 140.1	<sup>59</sup> Pr 140.9	<sup>60</sup> Nd 144.2	<sup>61</sup> Pm -	<sup>62</sup> Sm 150.4	<sup>63</sup> Eu 152.0	<sup>64</sup> Gd 157.3	<sup>65</sup> Tb 158.9	<sup>66</sup> Dy 162.5	<sup>67</sup> Ho 164.9	<sup>68</sup> Er 167.3	<sup>69</sup> Tm 168.9	<sup>70</sup> Yb 173.0	<sup>71</sup> Lu 175.0
<sup>89</sup> Ac -	<sup>90</sup> Th 232.0	<sup>91</sup> Pa 231.0	<sup>92</sup> U 238.0	<sup>93</sup> Np -	<sup>94</sup> Pu -	<sup>95</sup> Am -	<sup>96</sup> Cm -	<sup>97</sup> Bk -	<sup>98</sup> Cf -	<sup>99</sup> Es -	<sup>100</sup> Fm -	<sup>101</sup> Md -	<sup>102</sup> No -	<sup>103</sup> Lr -



**Республиканская олимпиада по химии**

Областной этап (2022-2023).

Официальный комплект заданий 10-класса.

## Регламент олимпиады:

Перед вами находится комплект задач областной олимпиады 2022-2023 года по химии. **Внимательно** ознакомьтесь со всеми нижеперечисленными инструкциями и правилами. У вас есть **4 астрономических часа (240 минут)** на выполнение заданий олимпиады. Ваш результат – сумма баллов за каждую задачу, с учетом весов каждой из задач.

Вы можете решать задачи в черновике, однако, не забудьте перенести все решения на листы ответов. Проверяться будет только то, что вы напишете внутри специально обозначенных квадратиков. **Черновики проверяться не будут.** Учтите, что вам **не будет выделено** дополнительное время на перенос решений на бланки ответов.

Вам **разрешается** использовать графический или инженерный калькулятор.

Вам **запрещается** пользоваться любыми устройствами связи, смартфонами, смарт-часами или любыми другими гаджетами, способными предоставлять информацию в текстовом, графическом и/или аудио формате, из внутренней памяти или загруженную с интернета.

Вам **запрещается** пользоваться любыми материалами, не входящими в данный комплект задач, в том числе периодической таблицей и таблицей растворимости. На **титульной странице** предоставляем единую версию периодической таблицы. Используйте точные значения атомных масс, представленных в таблице.

Вам **запрещается** общаться с другими участниками олимпиады до конца тура. Не передавайте никакие материалы, в том числе канцелярские товары. Не используйте язык жестов.

За нарушение любого из данных правил ваша работа будет **автоматически** оценена в **0 баллов**, а прокторы получат право вывести вас из аудитории.

На листах ответов пишите **четко и разборчиво**. Рекомендуется обвести финальные ответы карандашом. **Не забудьте указать единицы измерения (ответ без единиц измерения не будет засчитан).** Помните про существование значащих цифр.

В комплекте заданий дробная часть чисел в десятичной форме **отделяется точкой**.

Если вы укажете только конечный результат решения без приведения соответствующих вычислений, то Вы получите **0 баллов**, даже если ответ правильный.

Решения этой олимпиады будут опубликованы на сайте [www.qazcho.kz](http://www.qazcho.kz). Рекомендации по подготовке к олимпиадам по химии есть на сайте [www.kazolymp.kz](http://www.kazolymp.kz).

## Задача №1. Смесь газов

1.1	Всего	Вес(%)
10	10	10

Смесь объемом 5.60 л, состоящую из метана, углекислого и угарного газов, пропустили через избыток раствора гидроксида натрия. Объем исходной смеси уменьшился на 2.24 л. Для полного сгорания оставшейся смеси потребовалось 3.36 л кислорода. Эксперимент проводили при нормальных условиях. Определите состав исходной смеси (в % по объему).

## Задача №2. Не потеряй ничего нужного

2.1	Всего	Вес(%)
12	12	12

Навеску 3.44 г неизвестного галогенсодержащего соединения фосфора **Ф**, в молекуле которого не более 7 атомов, полностью гидролизovali в колбе (1) с кипящей водой. Образующийся при этом газ **А** пропустили через избыток раствора гидроксида натрия (2). Колбу (1) с водой остудили, в неё добавили избыток раствора гидроксида бария. Образовавшийся осадок вещества многократно промыли дистиллированной водой и прокалили при температуре 200 °С до полного удаления остатков воды. Остаток **Б** после прокаливания составил по массе 3.61 г содержит 10.29% фосфора по массе и 13 атомов в формульной единице. При этом фильтрат и промывные воды не давали желтоватого творожистого осадка с подкисленным раствором нитрата серебра.

Полученный после пропускания газа **А** раствор гидроксида натрия (2) упарили до объема 200 мл, затем подкислили азотной кислотой и начали по каплям добавлять раствор нитрата серебра. Образующийся желтоватый творожистый осадок **В** отделили, тщательно промыли небольшим количеством воды и просушили в инертной атмосфере. Его масса составила 6.76 г.

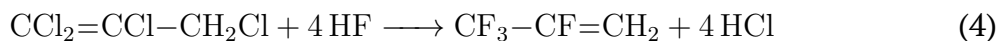
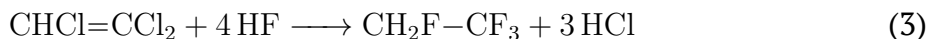
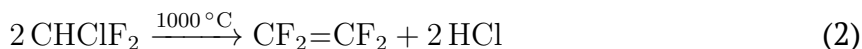
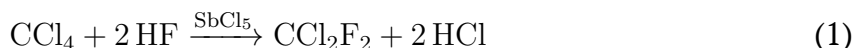
Определите формулу галогенсодержащего соединения фосфора **Ф**, а также всех упомянутых закодированных веществ. Напишите уравнения всех описанных в эксперименте реакций. Объясните необходимость подкисления раствора (2) азотной кислотой.

## Задача №3. Хладагент

3.1	3.2	Всего	Вес(%)
8	2	10	10

Вы когда-нибудь задумывались как работает холодильник? Ключевую роль играют т.н. хладагенты, которые забирают тепло у продуктов, лежащих в холодильнике, и отдают его в окружающую среду. Ниже приведены реакции (все реагенты и продукты в газообразной фазе) получения нескольких широко применяемых

фреонов и энтальпии разрыва связей в кДж моль<sup>-1</sup>.



Связь	C-Cl	C-F	H-Cl	H-F	C-C	C=C	C-H
$\Delta H_{\text{XY} \longrightarrow \text{X+Y}}$	328	485	431	567	348	614	413

1. Рассчитайте изменение энтальпии в ходе реакций (1)-(4).
2. Определите знак  $\Delta_r S$  для реакций (1)-(4). В качестве ответа, вы можете использовать  $\Delta_r S > 0$ ,  $\Delta_r S < 0$  и  $\Delta_r S \approx 0$ .

## Задача №4. Комплексные соединения

4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	Всего	Вес (%)
1	2	2	1.5	1	1	2	1.5	12	12

Один из рекорсменов по числу комплексных соединений – это кобальт. Во-первых, он образует два ряда соединений – в степени окисления +2 и в степени окисления +3. Во-вторых, в степени окисления +2 он склонен к образованию либо тетраэдрических, либо октаэдрических комплексов (в степени окисления +3 октаэдрических комплексов – подавляющее большинство).

Простой опыт, позволяющий продемонстрировать переход между двумя координационными числами в комплексах кобальта – растворение кобальтового купороса в воде с образованием раствора с **окраской 1**, которая сменяется на **окраску 2** при добавлении к этому раствору концентрированной соляной кислоты.

1. Приведите формулу кобальтового купороса.
2. Какие комплексные ионы и какой окраски (укажите как цвет, так и номер окраски из условия задачи) присутствуют в растворе в описанном опыте? Каково координационное число кобальта в каждой частице?

Комплексы кобальта(II) не всегда демонстрируют прямую связь между числом лигандов, которое фигурирует в формуле вещества, и координационным числом. Например, комплексные соединения **А** и **Б**, содержащие разные галогенид-ионы и разные щелочные металлы, получаются реакциями соединения из галогенидов кобальта(II) и галогенидов щелочного металла. Однако, если в **А** координационное число кобальта действительно равно 4, в **Б** это не так, хотя формулы **А** и **Б** сходны.

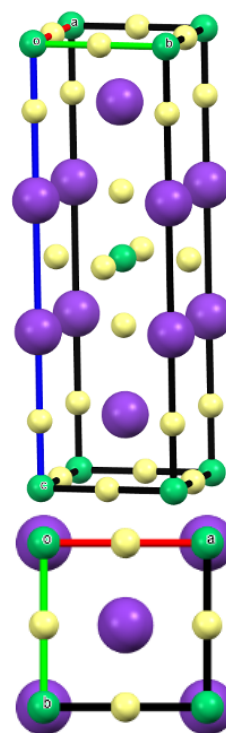
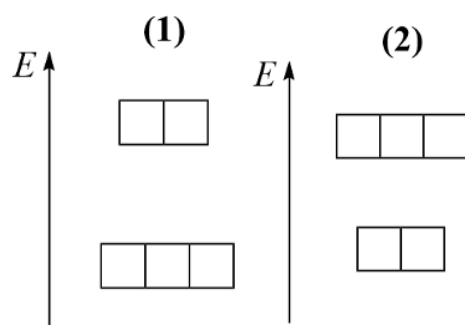


Рис. 1:  
Элементарная ячейка вещества **Б**

- Определите формулы **A** и **B**, если для синтеза 10.00 г комплексного соединения **A** необходимо взять 3.39 г соответствующего галогенида кобальта, а для 10.00 г **B** – 4.55 г соответствующего ему галогенида кобальта. Приведите Ваши расчеты.
- На рисунке 1 представлена элементарная ячейка вещества **B** и вид сверху на нее. Определите, каким цветом показаны атомы кобальта, атомы галогена, атомы щелочного металла. Для этого укажите число атомов каждого цвета в элементарной ячейке. Не забудьте, что атомы на гранях, ребрах и в вершинах не полностью принадлежат элементарной ячейке!
- Определите координационное число атомов кобальта в структуре **B**.

Все валентные электроны иона  $\text{Co}^{2+}$  занимают d-орбитали. В комплексах **A** и **B**, однако, d-орбитали принимают различную энергию из-за взаимодействия с лигандами. При этом правила заполнения электронами орбиталей из-за малой разницы между образующимися подуровнями остаются теми же, что и в атомах: оба комплекса – высокоспиновые.



- Сколько 3d-электронов имеет ион  $\text{Co}^{2+}$ ?
- Заполните электронами диаграммы энергетических уровней в комплексах (1) и (2) (см. Рис. 2), построенные для  $\text{Co}^{2+}$ .

Рис. 2: Диаграммы энергетических уровней в комплексах (1) и (2)

- Какая диаграмма из представленных соответствует комплексу **A**, а какая – комплексу **B**?

## Задача №5. Органический блиц

5.1	5.2	5.3	5.4	5.5	5.6	5.7	5.8	5.9	Всего	Вес (%)
2	1	1	1	1	1	1	1	2	11	11

- Расположите следующие молекулы в ряд по возрастанию температуры плавления: орто-нитрофенол, мета-нитрофенол и пара-нитрофенол. Укажите все факторы, влияющие на температуру плавления в этом ряду.

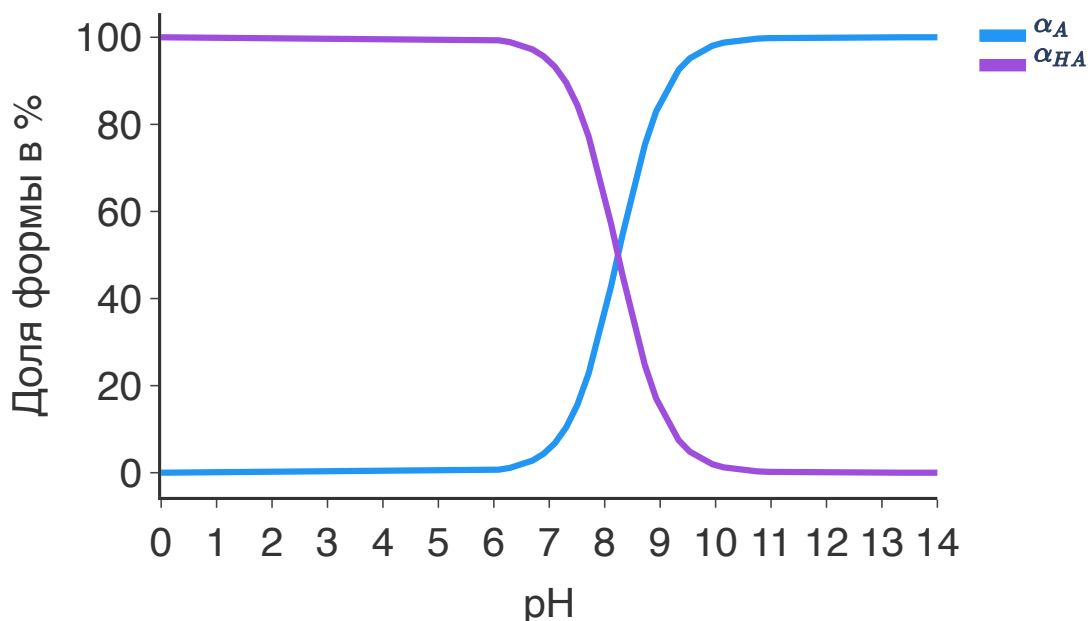


Рис. 3: График зависимости доли протонированной и диссоциированной формы неизвестной кислоты  $R_1-OH$

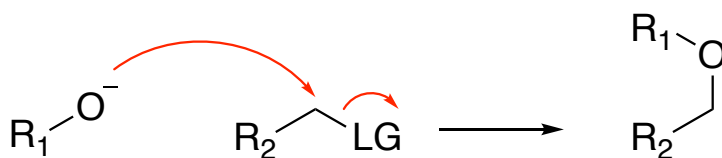
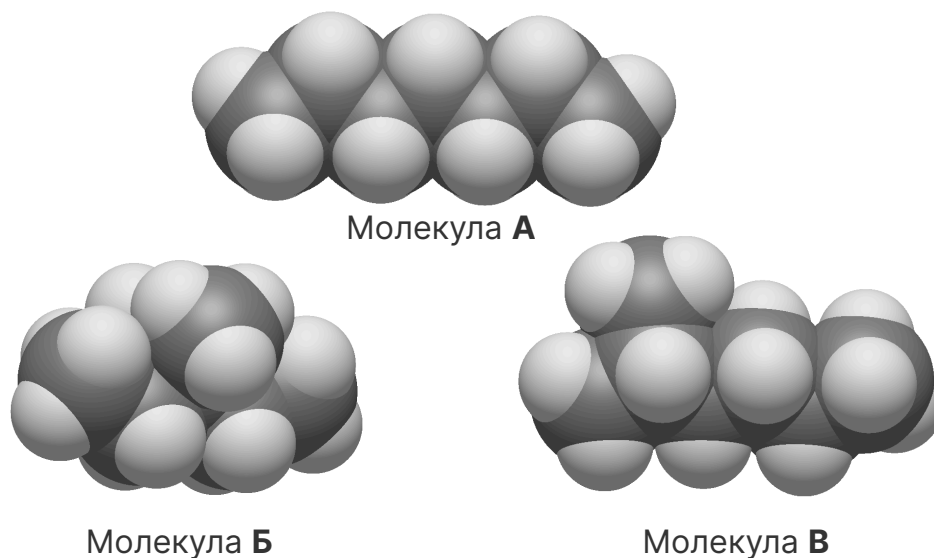
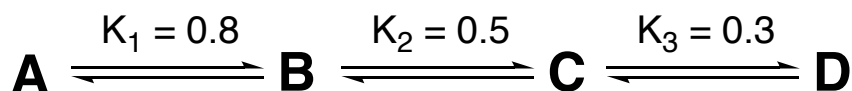


Рис. 4: Предлагаемый механизм реакции с участием  $R_1-OH$

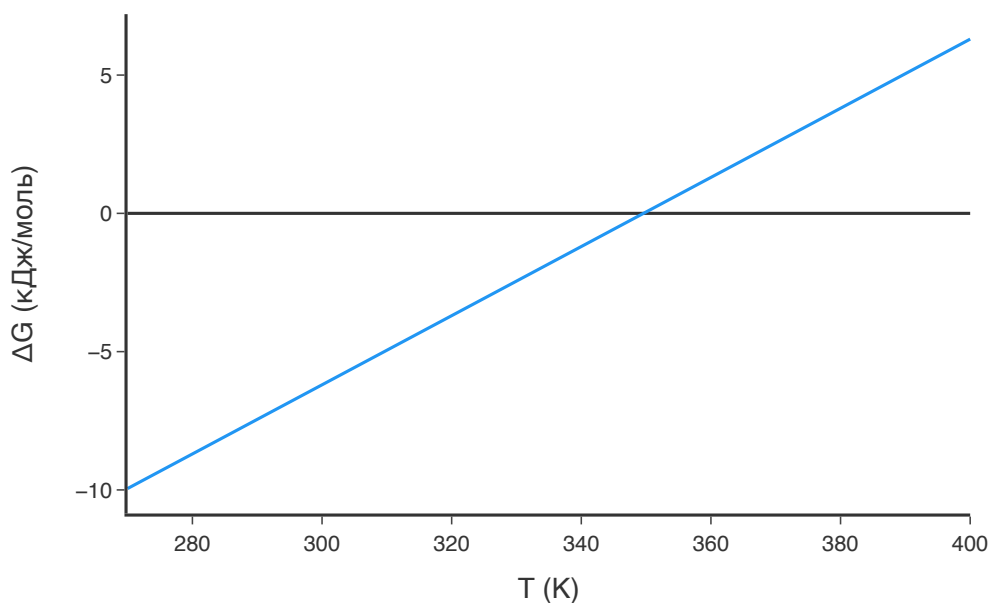
2. На рис 1. указан график зависимости доли протонированной и диссоциированной формы неизвестной кислоты  $R_1-OH$ . Возможно ли протекание реакции по механизму, представленному на рис. 2, при  $pH=4$ ? Ответ обоснуйте.
3. Юный химик Санжар хочет определить какой конформер образуется в ходе реакции циклогексена с  $HBr$ : аксиальный (А) конформер или экваториальный (Э). Может ли Санжар различить аксиальный и экваториальный конформеры с помощью  $^1H$  ЯМР при комнатной температуре? Ответ обоснуйте.



4. На рисунке выше представлены три изомера с молекулярной формулой  $C_7H_{16}$ . Расположите молекулы А, Б и В в ряд по возрастанию температуры кипения. Ответ обоснуйте.



5. На рисунке выше представлена схема получения **D** в ходе трех обратимых реакций. Возможно ли получить **D** с выходом, превышающим 12%? Ответ обоснуйте.



6. На рисунке выше представлена зависимость изменения энергии Гиббса некоторой реакции от температуры. Определите какое значение (положительное или отрицательное) имеют  $\Delta_r S$  и  $\Delta_r H$ . Ответ обоснуйте. Вам не нужно

вычислять точные значения  $\Delta_r H$  и  $\Delta_r S$ . Более того, за вычисление точных значений вы получите 0 баллов за пункт.

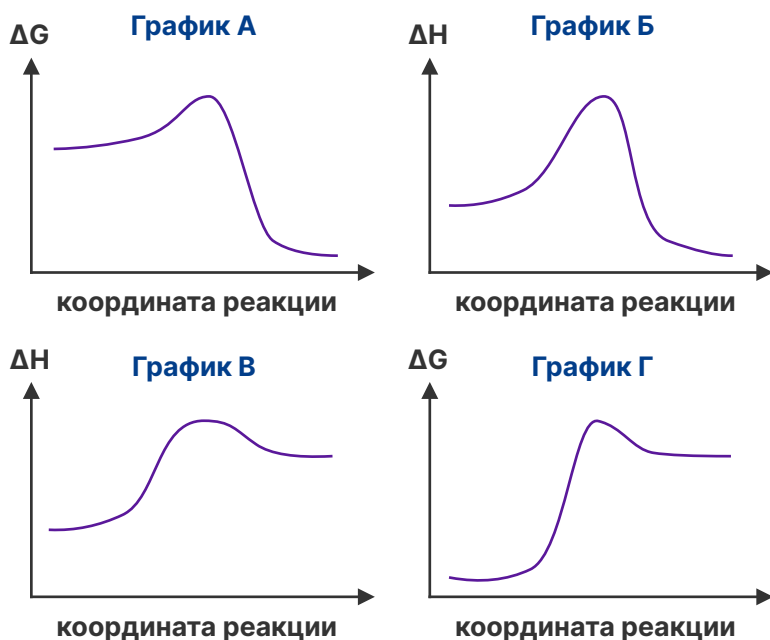
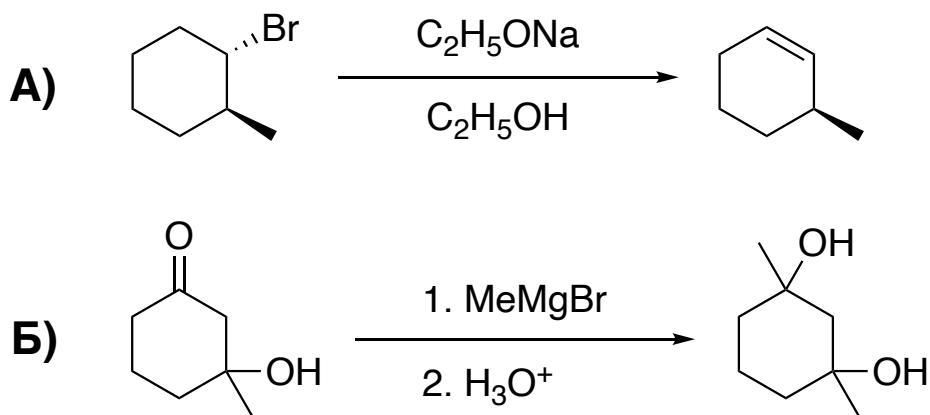


Рис. 5: Схематическое представление изменения термодинамических функций в ходе протекания некоторых неизвестных реакций.

- Графики А, Б, В и Г (см. рис. 3) соответствуют неизвестным реакциям А, Б, В и Г. Используя только информацию на рис. 3, для каждой реакции А, Б, В и Г определите знак  $\Delta_r G$  и  $\Delta_r H$ .
- Какая реакция (А или Г) характеризуется бóльшей энергией активации? Кратко обоснуйте ответ.

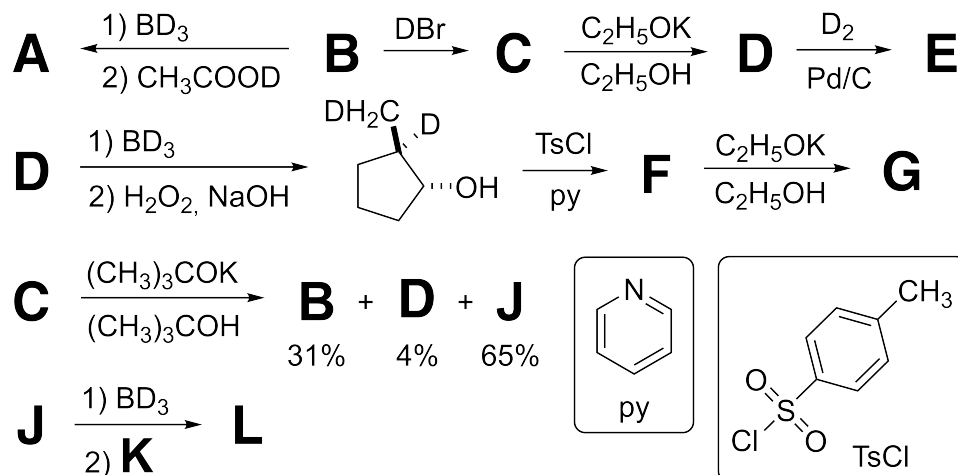


- На рисунке выше представлены гипотетические схемы двух реакций: А и Б. Возможно ли протекание реакции А по E2 механизму? Возможно ли протекание реакции Б? Ответ обоснуйте.



## Задача №6. Цепочка органических реакций

6.1	Всего	Вес(%)
15	15	15



Предложите структуры веществ **A-G**, **J**, **L** и реагента **K** с учетом правильной стереохимии, учитывая следующие замечания:

- D – дейтерий ( $^2\text{H}$ );
- Гидроборирование является реакцией син-присоединения к алкенам против правила Марковникова;
- Последовательные гидроборирование и обработка уксусной кислотой приводит к син-гидрированию алкенов;
- Вещества **A**, **B**, **C**, **D**, **J** и **K** не имеют оптических изомеров;
- Массовая доля водорода в веществе **B** составляет 12.27%;
- Массовая доля углерода в веществах **B**, **D**, **G** и **K** составляет 87.73, 86.67, 85.63, и 82.67% соответственно.

### Уважаемый участник!

Составители этой олимпиады просят вас дать обратную связь по заданиям олимпиады. Мы ждем и будем рады любым ответам, в том числе критическим. Ссылка на форму с вопросами: [opros.qazcho.kz](https://opros.qazcho.kz).