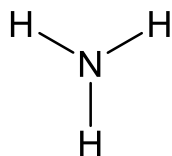


Фамилия, имя, номер группы \_\_\_\_\_

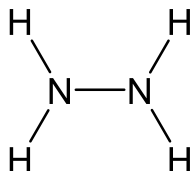
1	2	3	4	5	Сумма

## Лекционная контрольная № 2. Химическая термодинамика

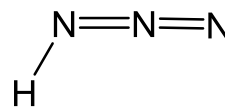
**Задача 1.** Азот образует с водородом несколько соединений:



аммиак



гидразин



азидоводород

Связь	H–H	N–H	N–N	N=N	N≡N
Средняя энергия связи, кДж/моль	436	388	163	477	946

По одной из приведенных ниже схем (выбор преподавателя) составьте уравнение реакции и рассчитайте ее энтальпию, используя данные таблицы.

- $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{NH}_{3(\text{г})}$
- $\text{N}_2\text{H}_{4(\text{г})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})}$
- $\text{N}_2\text{H}_{4(\text{г})} \rightarrow \text{N}_{2(\text{г})} + \text{NH}_{3(\text{г})}$
- $\text{N}_2\text{H}_{4(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{NH}_{3(\text{г})}$
- $\text{N}_{2(\text{г})} + \text{H}_{2(\text{г})} \rightarrow \text{HN}_{3(\text{г})}$
- $\text{HN}_{3(\text{г})} \rightarrow \text{NH}_{(\text{г})} + \text{N}_{2(\text{г})}$

**Задача 2.** Используя данные таблицы, рассчитайте стандартную энтропию вещества при заданной температуре. Вещество и температуру выбирает преподаватель (температура может быть как больше, так и меньше 298 К, как с учетом фазового перехода, так и без него). Теплоемкости считайте не зависящими от температуры.

Вещество	$S_{298}^\circ$ , Дж/(моль·К)	$C_p(\text{ж})$ , Дж/(моль·К)	$C_p(\text{г})$ , Дж/(моль·К)	$T_{\text{кип}}$ , К	$\Delta_{\text{исп}}H^\circ$ , кДж/моль
H <sub>2</sub> O	69.9	75.3	33.6	373.15	40.6
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	159.9	112.4	78.3	351.5	38.6
C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	173.3	134.8	82.4	353.2	30.8
NH <sub>3</sub>	192.8	80.8	35.1	195.4	23.35
Вещество	$S_{298}^\circ$ , Дж/(моль·К)	$C_p(\text{тв})$ , Дж/(моль·К)	$C_p(\text{ж})$ , Дж/(моль·К)	$T_{\text{пл}}$ , К	$\Delta_{\text{пл}}H^\circ$ , кДж/моль
H <sub>2</sub> O	69.9	37.8	75.3	273.15	6.01
Na	51.2	28.2	31.8	370.9	2.64
Pb	64.8	26.7	30.6	600.6	4.77
Hg	75.9	28.2	28.0	234.3	2.29

Фамилия, имя, номер группы \_\_\_\_\_

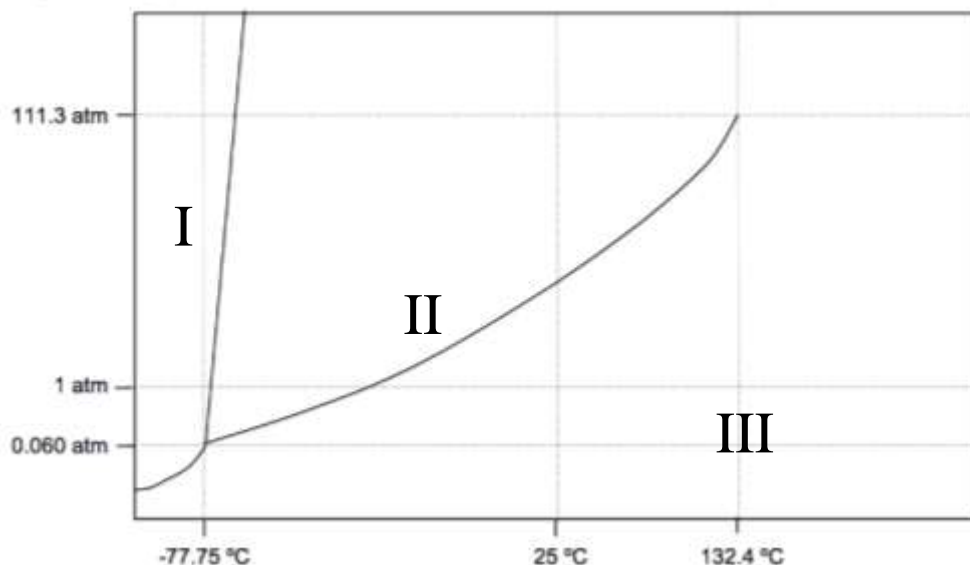
**Задача 3. Вариант 1.** (Вещества и концентрации можно варьировать).

Парциальные мольные объемы воды и метанола в растворе с мольной долей метанола 0.4 равны 17.35 и 39.01 см<sup>3</sup>/моль, соответственно. Сколько миллилитров чистых воды и метанола надо взять, чтобы получить литр раствора? Чему равна массовая доля метанола в растворе? Плотности воды и метанола равны 0.998 и 0.791 г/мл, соответственно.

**Вариант 2.** (Соль, растворитель и температуры можно варьировать).

Криоскопическая константа жидкого аммиака равна 0.91 К·кг/моль, температура плавления –77.7 °С. Сколько граммов NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> (сильный электролит) нужно растворить в 200 г аммиака, чтобы полученный раствор замерзал при –80 °С?

**Задача 4.** На рисунке изображена фазовая диаграмма индивидуального вещества.

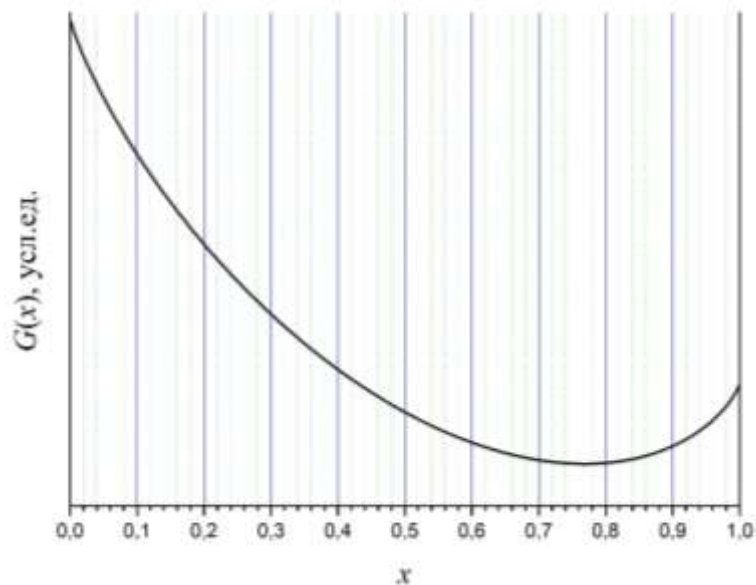


Варианты вопросов (в задаче надо дать не менее двух: один качественный и один расчетный, цифры в расчетных вопросах можно варьировать):

- 1) Какое это вещество? Выберите из списка: H<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, бензол, этанол, фосфор.
- 2) Каким состояниям соответствуют области I, II, III?
- 3) Каким процессам соответствуют три линии на фазовой диаграмме?
- 4) Что означают точки с координатами (0.060 атм, –77.75 °С), (111.3 атм, 132.4 °С)?
- 5) Что будет происходить при нагревании вещества от –100 °С до 150 °С при давлении 5 атм?
- 6) Что будет происходить при нагревании вещества от –100 °С до 150 °С при давлении 0.01 атм?
- 7) Укажите температуру, при которой сжатие вещества от 0.01 атм до 150 атм вызовет два фазовых перехода. Объясните, какие переходы будут происходить.
- 8) Укажите температуру, при которой сжатие вещества от 0.01 атм до 150 атм вызовет один фазовый переход. Объясните, какие переходы будут происходить.
- 9) Укажите температуру, при которой сжатие вещества от 0.01 атм до 150 атм будет происходить без фазовых переходов. Объясните, почему не будет фазовых переходов.
- 10) Используя данные диаграммы, рассчитайте энтальпию испарения. Объясните, какие приближения вы использовали при расчете.
- 11) Используя данные диаграммы, рассчитайте нормальную точку кипения вещества (при давлении 1 атм). Найдите энтропию испарения при этой температуре.
- 12) Рассчитайте, до какого давления надо сжать вещество, чтобы оно стало жидким при комнатной температуре.
- 13) Плотность вещества в жидком и в твердом состоянии равна 0.79 и 0.83 г/см<sup>3</sup>, соответственно; энтальпия плавления 5.65 кДж/моль. На сколько градусов изменится температура плавления при повышении давления от тройной точки до 100 атм?

Фамилия, имя, номер группы \_\_\_\_\_

**Задача 5.** 1 моль вещества при 200 °С вступает в реакцию изомеризации  $A \rightleftharpoons P$ . Зависимость полной энергии Гиббса системы от химической переменной (количества прореагировавшего А),  $G(x)$  приведена на графике.



- 1) Рассчитайте константу равновесия и стандартную энергию Гиббса реакции.
- 2) В какую сторону пойдет реакция, если смешать  $a$  моль А и  $p$  моль Р (значения  $a$  и  $p$  задает преподаватель)?
- 3) Сколько молей А образуется при нагревании  $x$  молей Р (значение  $x$  задает преподаватель) до температуры 200 °С и достижения равновесия?