

Химия

כימיה

Указания экзаменующимся

הוראות לנבחן

а. Продолжительность экзамена: два часа.

א. משך הבחינה: שתיים.

б. Строение вопросника и ключ к оценке:
В этом вопроснике три раздела.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה:
בשאלון זה שלושה פרקים.

Раздел первый	—	$33\frac{1}{3}$ балла
Раздел второй	—	$33\frac{1}{3}$ балла
Раздел третий	—	$33\frac{1}{3}$ балла
Всего	—	100 баллов

פרק ראשון	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
פרק שני	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
פרק שלישי	—	$33\frac{1}{3}$ נקודות
סה"כ	—	100 נקודות

в. Разрешенный вспомогательный материал:

ג. חומר עזר מותר בשימוש:

1. Калькулятор (включая калькулятор с графическим дисплеем).
2. Двухязычный словарь по выбору ученика.

1. מחשבון (כולל מחשבון גרפי).
2. מילון עברי-לועזי/לועזי-עברי.

г. Особые указания: отсутствуют

ד. הוראות מיוחדות: אין

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב בטייטה (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
כתוב "טייטה" בראש כל עמוד טייטה. רישום טייטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

Все черновые записи (тезисы, вычисления и т.п.) необходимо выполнять только на выбранных вами для этого страницах экзаменационной тетради. Напишите слово "черновик" в начале каждой страницы, на которой вы выполняете черновые записи. Любая черновая запись на листах, не относящихся к экзаменационной тетради, может привести к тому, что экзамен будет аннулирован!

Вопросы

В этом вопроснике три раздела.

Ответьте на три вопроса – **один вопрос из каждого раздела**.

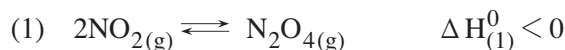
Раздел первый – Химическое равновесие и энтропия ($33\frac{1}{3}$ балла)

Ответьте на один из вопросов 1-2.

Обратите внимание: уравнения химических реакций должны быть уравнены, и единицы измерения должны быть записаны правильно.

1. Вследствие сжигания топлива температура в двигателе автомобиля высокая. Поэтому азот и кислород воздуха реагируют между собой, и среди прочего образуется газ коричневого цвета, диоксид азота, $\text{NO}_{2(g)}$.

При помещении $\text{NO}_{2(g)}$ в пустой сосуд проходит реакция (1), в ходе которой образуется бесцветный газ, тетраоксид диазота, $\text{N}_2\text{O}_{4(g)}$:



(*) Каким образом можно заметить прохождение реакции (1) в сосуде?

- (a) i Определите, энтропия системы увеличивается или уменьшается в ходе реакции (1). Обоснуйте свой ответ.
- ii Определите, энтропия среды увеличивается или уменьшается в ходе реакции (1).
- iii Реакция (1) является спонтанной при температуре 298 К.
Определите, при температуре 298 К изменение энтропии среды больше изменения энтропии системы или меньше его. Обоснуйте свой ответ.

В лаборатории выполнили реакцию (1) в двух закрытых сосудах, I и II. Объем каждого сосуда был равен 1 литру.

В каждый из пустых сосудов поместили одно и то же количество молей $\text{NO}_{2(g)}$, и закрыли сосуды.

В сосуде I поддерживали температуру 298 К. В сосуде II поддерживали температуру 500 К.

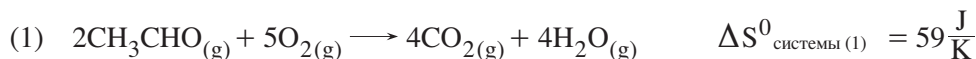
В обоих сосудах произошла реакция (1), и обе системы достигли состояния равновесия.

- (a) Определите, в каком сосуде, I или II, система достигла равновесия в течение более короткого времени. Обоснуйте свой ответ при помощи теории столкновений.

- (ד) i Значения констант равновесия, K_c , для систем в обоих сосудах I и II равны 0.025 и 170 .
Подберите значение K_c для каждой из систем, находящихся в сосудах I и II.
Объясните.
- ii Определите, концентрация $N_2O_{4(g)}$ в сосуде II в состоянии равновесия была больше, чем концентрация $N_2O_{4(g)}$ в сосуде I в состоянии равновесия, меньше ее или равна ей. Обоснуйте свой ответ.
- iii Когда система в сосуде I достигла состояния равновесия, в сосуде находилось 0.03 моля $NO_{2(g)}$.
Напишите выражение для константы равновесия, K_c .
Вычислите концентрацию $N_2O_{4(g)}$ в сосуде I в состоянии равновесия. Приведите подробные вычисления в своем ответе.
- (ה) Когда система в сосуде I находилась в состоянии равновесия, в сосуд добавили небольшое количество $N_2O_{4(g)}$, и равновесие было нарушено.
Через некоторое время система достигла нового состояния равновесия.
Определите, в новом состоянии равновесия концентрация $NO_{2(g)}$ выше, чем концентрация $NO_{2(g)}$ в предыдущем состоянии равновесия, ниже ее или равна ей.
Обоснуйте свой ответ.

2. Ацетальдегид (этаналь), $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$, – это горючее вещество, которое в частности используется в производстве духов.

Ниже приведено уравнение реакции горения ацетальдегида в газообразном состоянии, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$.



Ниже приведены термодинамические данные реагентов и продуктов реакции (1).

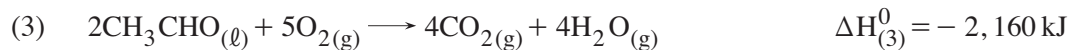
Формула вещества	$\text{H}_2\text{O}_{(\text{g})}$	$\text{CO}_{2(\text{g})}$	$\text{O}_{2(\text{g})}$	$\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$
Стандартная молярная энтропия, S^0 $\left(\frac{\text{J}}{\text{K} \cdot \text{mol}}\right)$	189	214	205	X
Стандартная энтальпия образования, ΔH_f^0 $\left(\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}\right)$	– 242	– 394	—	– 166

- (א) i Вычислите значение стандартной молярной энтропии $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$ (значение X в таблице). Приведите подробные вычисления в своем ответе.
- ii Вычислите изменение энтальпии в ходе реакции (1), $\Delta H_{(1)}^0$. Приведите подробные вычисления в своем ответе.
- (ב) i В ходе реакции происходит увеличение энтропии среды. Объясните почему.
- ii В ходе реакции происходит увеличение энтропии системы. Объясните почему.
- iii Определите, является ли реакция (1) спонтанной при комнатной температуре. Обоснуйте свой ответ.
- (ג) Реакция (2) описывает переход между агрегатными состояниями ацетальдегида.



- i Определите, стандартная молярная энтропия, S^0 , $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$ выше, чем S^0 $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\text{g})}$, или ниже нее. Обоснуйте свой ответ.
- ii Определите, является ли реакция (2) спонтанной при любой температуре. Обоснуйте свой ответ.

(7) Ниже приведено уравнение горения ацетальдегида в жидком состоянии, $\text{CH}_3\text{CHO}_{(\ell)}$.



- i Вычислите изменение энтропии среды для реакции (3) при температуре 280 К.
ii На следующем чертеже представлена энтропия системы для реакций (1) и (3).



Перенесите этот чертеж в свою тетрадь и укажите на каждой из обозначенных буквами А и В линий формулы реагентов соответствующих реакций (1) и (3).

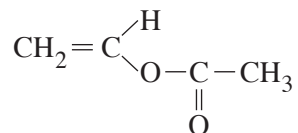
Раздел второй – полимеры (33 $\frac{1}{3}$ балла)

Ответьте на один из вопросов 3-4.

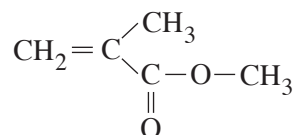
3. Акриловая краска содержит нерегулярный кополимер и пигмент (краситель).

Ниже приведены структурные формулы трех мономеров.

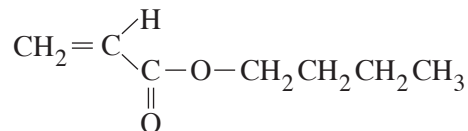
1) Винацетат



(2) Метилметакрилат



(3) Бутилакрилат



Для приготовления акриловой краски можно использовать кополимер А или кополимер В .

- (*) i Напишите характерный фрагмент нерегулярного кополимера А , полученного из мономера (1) и мономера (2).
- ii Напишите характерный фрагмент нерегулярного кополимера В , полученного из мономера (1) и мономера (3).
- iii Определите для каждого из кополимеров А и В , каким методом его получают: методом присоединения [סיפוח] или методом конденсации [דחיסה].

- (ב) Для покраски стен используют смесь акриловой краски и воды как разбавителя (вода – растворитель, который относительно быстро испаряется). Вода испаряется со стен, а акриловая краска остается на них. Существуют акриловые краски, к смеси которых с водой добавляют немного глицерина. Ниже приведены формулы двух этих разбавителей:
- вода, $\text{H}_2\text{O}_{(\ell)}$,
- глицерин, $\text{CH}_2\text{OH}-\text{CHOH}-\text{CH}_2\text{OH}_{(\ell)}$.
- i Объясните, почему молекулы воды и молекулы глицерина могут связываться с молекулами кополимера.
- ii Глицерин является менее летучим, чем вода. Укажите две причины этого.
- (ג) Акриловая краска также используется для защиты железных инструментов от коррозии. Коррозия возникает в результате реакции железа с кислородом воздуха. Кополимер А лучше защищает железо от проникновения воздуха, чем кополимер В . Объясните этот факт.
- (ד) При подходящих условиях оба кополимера, А и В , могут подвергаться полному гидролизу.
- i Напишите структурные формулы всех продуктов полного гидролиза кополимера А.
- ii Напишите структурные формулы всех продуктов полного гидролиза кополимера В.
- (ה) Температура плавления, T_m , основного продукта гидролиза кополимера А выше, чем T_m кополимера А .
- Укажите и объясните две причины данного факта.

4. (א) Ниже приведены некоторые характеристики полимеров, a-f.

- (a) Аморфное строение
- (b) Высокий процент кристаллизации
- (c) Длинные цепочки без больших боковых групп
- (d) Большие боковые группы
- (e) Жесткие участки в основной цепи [קטעים קשיחים בעמוד השדרה]
- (f) Перекрестные ковалентные связи

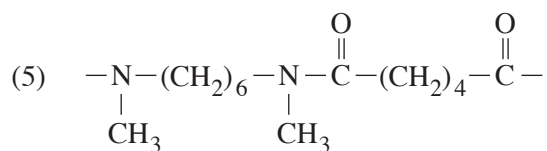
Из характеристик a-f укажите три характеристики, соответствующие полимерам, которые используются для производства волокон.

Ниже в таблице представлены данные четырех полимеров, (1)-(4), средние степени полимеризация которых похожи.

	Название полимера	Структурная формула повторяющегося звена	$T_g (^{\circ}\text{C})$	$T_m (^{\circ}\text{C})$
(1)	Полиэтилена дипинат	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-(\text{CH}_2)_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	- 45	50
(2)	Нейлон 6.6	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \qquad \text{O} \\ \parallel \qquad \qquad \parallel \\ -\text{N}-(\text{CH}_2)_6-\text{N}-\text{C}-(\text{CH}_2)_4-\text{C}- \\ \qquad \qquad \\ \text{H} \qquad \qquad \text{H} \end{array}$	80	265
(3)	Дакрон	$-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\text{C}_6\text{H}_4-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-$	70	265
(4)	Перспекс	$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ -\text{CH}_2-\text{C}- \\ \\ \text{C}-\text{O}-\text{CH}_3 \\ \parallel \\ \text{O} \end{array}$	105	160

- (א) i Объясните, почему значение T_g полимера (3) выше значения T_g полимера (1).
- ii Объясните, почему значение T_m полимера (2) равно значению T_m полимера (3).

- (ג) Когда амидные атомы водорода в полимере (2) замещают метиловыми группами, $-\text{CH}_3$, получают полимер (5), который называется нейлон (N-метил) 6,6 :



- i Значение T_g полимера (5) ниже, чем значение T_g полимера (2). Объясните почему.
- ii Полимер (5) не подходит для производства волокон. Приведите две причины этого.
- (ד) Широкомасштабное использование пластиковых изделий может нанести ущерб окружающей среде. Один из способов преодоления этой проблемы – производство разрушающихся полимеров. Примером разрушающегося полимера является полимер, который подвергается гидролизу, и продукты его гидролиза растворяются в воде. Таким образом можно уменьшить ущерб, наносимый окружающей среде. Полимеры (1)-(4), указанные в данной таблице, могут подвергнуться гидролизу при соответствующих условиях.
- i Напишите структурные формулы продуктов полного гидролиза каждого из четырех данных полимеров.
- ii Полимер (4) не является разрушающимся полимером, хотя он может подвергаться гидролизу. Объясните этот факт.
- (ה) Один из продуктов гидролиза полимера (2) прореагировал с одним из продуктов гидролиза полимера (3). Был получен полимер (6), значение T_m которого выше, чем значения T_m полимеров (2) и (3).
Напишите структурную формулу повторяющегося звена полимера (6).

Раздел третий – Физическая химия: от наноуровня до микроэлектроники (33 $\frac{1}{3}$ балла)

Ответьте на один из вопросов 5-6.

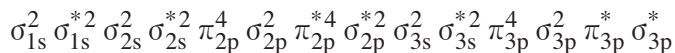
Обратите внимание: уравнения химических реакций должны быть уравнены, и единицы измерения должны быть записаны правильно.

5. В вопросе рассматривается фосфор.

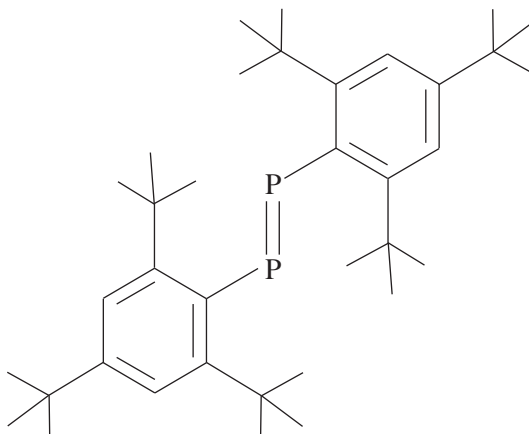
(а) Возбужденный атом фосфора, P, испускает излучение. Энергия одного из фотонов данного излучения равна 5.8 eV.

- Определите, находится испускаемое излучение, которое соответствует данному фотону, в диапазоне видимого света, или в ультрафиолетовом диапазоне (UV), или в инфракрасном диапазоне (IR). Приведите подробные вычисления в своем ответе и обоснуйте свой ответ.
- Вычислите частоту испускаемого излучения, которое соответствует данному фотону. Приведите подробные вычисления в своем ответе.

(б) Ниже приведена населенность электронов в молекуле фосфора, P₂.



- Укажите уровень LUMO в молекуле фосфора. Обоснуйте свой ответ.
 - Какая частица является более устойчивой: молекула P₂ или ион P₂⁺? Обоснуйте свой ответ.
- (в) Ниже приведена сокращенная структурная формула дифосфана, C₃₆H₅₈P₂.



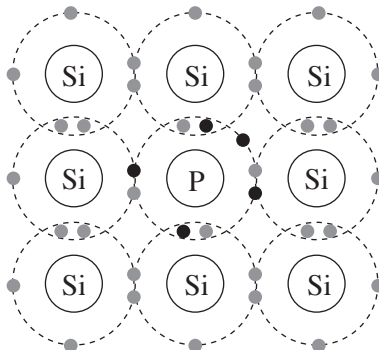
Объясните, каким образом структура молекул дифосфана приводит к тому, что это вещество является цветным.

/продолжение на странице 11/

Существуют фонари, освещающие посредством ламп LED (светоиспускающие диоды), которые испускают излучение с различными значениями длины волны.

(7) LED состоит из полупроводника типа N и полупроводника типа P.

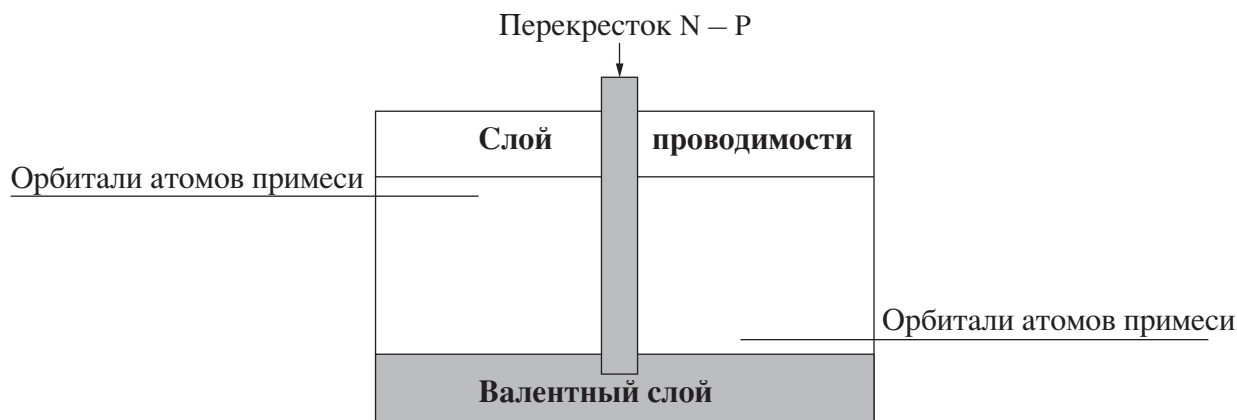
Следующий рисунок изображает участок структуры полупроводника.



i Определите, какого типа полупроводник изображен на этом рисунке: типа N или типа P. Обоснуйте свой ответ.

ii LED состоит из полупроводниковых кристаллов. Когда через эти кристаллы пропускают электрический ток, испускается электромагнитное излучение в диапазоне видимого света.

Ниже приведен чертеж LED, полученного посредством соединения полупроводника типа N с полупроводником типа P.



Перенесите данный чертеж в свою тетрадь.

- Обозначьте на чертеже полупроводник типа N и полупроводник типа P.
- Дополните данный чертёж изображением батарейки и проводов, чтобы получилась электрическая цепь, по которой течет ток.
- Обозначьте на чертеже заряд, (+) или (–), на каждой из клемм батарейки и укажите при помощи стрелки направление движения электронов в цепи.

/продолжение на странице 12/

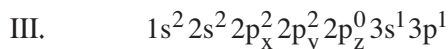
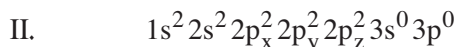
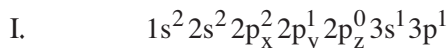
- (ה) В светофорах установлены лампы LED. В светофоре есть лампа, испускающая зеленый свет, и лампа, испускающая красный свет.
- i В каком LED разность энергии больше: в зеленом LED или в красном LED?
Обоснуйте свой ответ.
- ii В светофоре также есть лампа, испускающая желтый свет.
Вычислите диапазон энергии фотонов желтого света. Приведите подробные вычисления в своем ответе.

6. В вопросе рассматривается магний, Mg .

- (א) i Начертите диаграмму населенности электронов для трех первых энергетических уровней атома Mg .

Покажите населенность электронов на соответствующих орбиталях.

- ii Ниже приведены три электронные конфигурации, I-III .



Определите, какая из конфигураций, I, II или III, – это электронная конфигурация возбужденного иона магния, Mg^{2+} .

Объясните, почему вы отвергли две другие конфигурации.

- (ב) Ниже приведены длины волн, соответствующие спектру испускания атома магния:

279 nm , 469 nm , 592 nm .

- i Определите, какой из данных длин волн соответствует наименьшая энергия фотона. Вычислите эту энергию.

Приведите подробные вычисления и обоснуйте свой ответ.

- ii Определите, какой из данных длин волн соответствует наиболее высокая частота излучения. Вычислите эту частоту.

Приведите подробные вычисления и обоснуйте свой ответ.

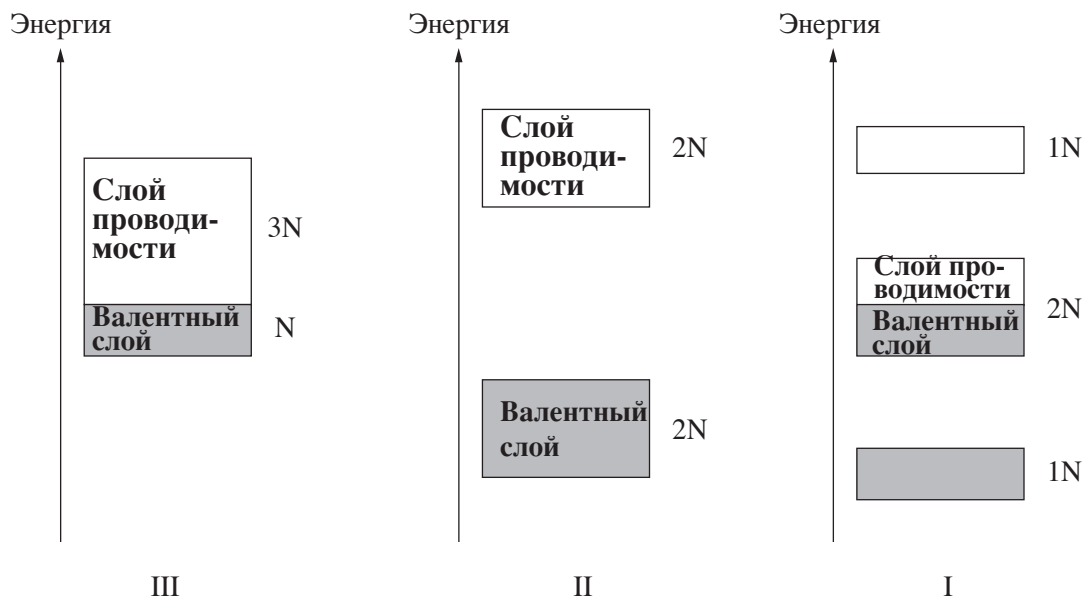
- iii В спектре испускания атома магния есть дополнительная линия на длине волны, для которой энергия его испускаемого фотона равна 3.2 eV.

Определите, длина волны дополнительной линии больше 469 nm, меньше этого значения или равна ему. Приведите подробные вычисления и обоснуйте свой ответ.

- (ג) i Укажите одно различие между линейным спектром испускания и непрерывным спектром испускания в диапазоне видимого света.

- ii Укажите одно различие между поглощением фотона и испусканием фотона.

- (7) Ниже приведены три диаграммы, описывающие валентные слои и слои проводимости на последнем энергетическом уровне твердого вещества. На каждой диаграмме $4N$ орбиталей.



- Определите, какая из трех диаграмм, I, II или III, описывает кристалл магния, $Mg_{(s)}$, содержащий N атомов. Обоснуйте свой ответ.
- Одна из трех данных диаграмм описывает вещество, не проводящее электричество. Перенесите эту диаграмму в свою тетрадь и укажите на ней запрещенную разность энергии.

Желаем успеха!

Авторские права принадлежат Государству Израиль.
Копировать или публиковать можно только
с разрешения Министерства просвещения.

בהצלחה!

זכות היוצרים שמורה למדינת ישראל.
אין להעתיק או לפרסם
אלא ברשות משרד החינוך.