

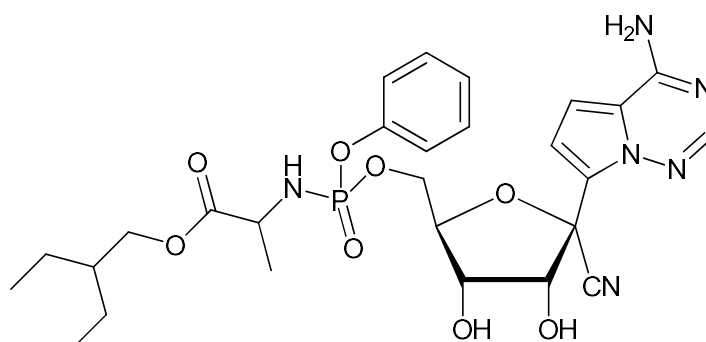


XXVI Konkurs Chemiczny dla Uczniów Szkół Średnich

Etap II

Zadanie 1

Remdesivir jest lekiem przeciwwirusowym o szerokim spektrum działania, pierwotnie opracowanym w celu leczenia chorych cierpiących na gorączki krwotoczne wywołane przez filowirusy (wirus Ebola, wirus Marburg). W dalszych badaniach wykazano jego aktywność wobec innych patogenów, stał się także pierwszym lekiem przeciwko SARS CoV-2.



remdesivir

- Zaznacz wszystkie centra chiralności w cząsteczce remdesiviru. Określ konfigurację absolutną anomerycznego atomu węgla.
- Do otrzymania remdesiviru potrzebny jest 2-etylobutanol oraz fenol. Zaproponuj syntezę tych związków z dowolnych substratów nieorganicznych.
- Jaki aminokwas wchodzi w skład remdesiviru (podaj jego nazwę)?

Zadanie 2

Pewien producent nawozów postanowił otrzymać nawóz dolistny, zawierający w 1 dm^3 : 155 g N, 111 g Ca, 18 g Mg, 1 g B i 0,3 g Zn. W magazynach firmy znajduje się azotan(V) amonu, 45% wodny roztwór azotanu(V) wapnia ($d = 1,45 \text{ g cm}^{-3}$), uwodniony węglan magnezu zawierający 8% wody, kwas azotowy(V) (63%, $d = 1,39 \text{ g cm}^{-3}$), kwas borowy oraz siedmiowodny siarczan(VI) cynku. Ile poszczególnych składników trzeba użyć, aby otrzymać 1 t nawozu ($d = 1,364 \text{ g cm}^{-3}$). Nawóz nie może zawierać wolnego kwasu azotowego(V), jony siarczanowe(VI) mogą być obecne w mieszaninie.

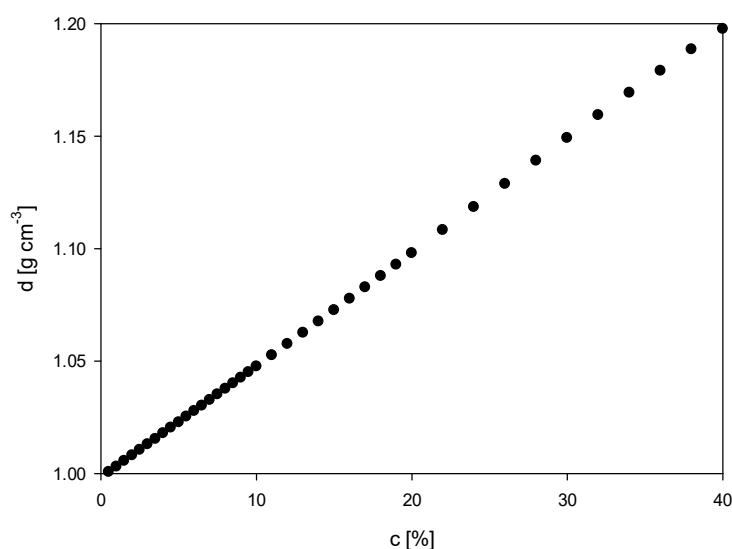
Zadanie 3

Stosowane powszechnie przy urazach kompresy chłodzące opierają się na endotermicznym procesie rozpuszczania niektórych soli, najczęściej azotanu(V) amonu. Oblicz, końcową temperaturę kompresu zawierającego 150 g wody i 50 g azotanu(V) amonu. Temperatura początkowa wynosi 20°C , ciepło właściwe roztworu wynosi $c_w \approx 4,2 \text{ kJ K}^{-1} \text{ kg}^{-1}$, $\Delta H_{\text{tw}}(\text{NH}_4\text{NO}_3(\text{s})) = -365,1 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta H_{\text{tw}}(\text{NH}_4^+(\text{aq})) = -132,8 \text{ kJ mol}^{-1}$, $\Delta H_{\text{tw}}(\text{NO}_3^-(\text{aq})) = -206,6 \text{ kJ mol}^{-1}$.

Zadanie 4

W obiegowej opinii kwas fluorowodorowy uchodzi za bardzo silny kwas bo „trawi szkło” i powoduje poważne oparzenia chemiczne. Mit ten wykorzystano w wielu produkcjach telewizyjnych, w których związek ten używany był przez bohaterów do rozpuszczania zwłok. Należy jednak podkreślić, że kwas fluorowodorowy należy do kwasów słabych ($pK_a = 3,17$), a jego właściwości żrące nie wynikają z dużej aktywności jonów H^+ . Zdolność do rozpuszczania szkła związana jest z dużym powinowactwem fluoru do krzemu. Ciężkie oparzenia wynikają z łatwości penetrowania tkanek przez mały jon F^- oraz wiązania się tego anionu z kationami Mg^{2+} i Ca^{2+} , co prowadzi do rozległej martwicy, wynikającej z wytrącania się tych metali, niezbędnych dla funkcjonowania komórek, w postaci nierozpuszczalnych fluorków.

- Oblicz pH kwasu fluorowodorowego o stężeniu 10% ($d = 1,032 \text{ g cm}^{-3}$). Zaniedbaj efekty związane z siłą jonową i polimeryzacją fluorowodoru.
- Oblicz stężenie procentowe kwasu solnego, którego pH jest równe pH 10% kwasu fluorowodorowego. Zaniedbaj efekty związane z siłą jonową i polimeryzacją fluorowodoru.



Zależność gęstości kwasu solnego od stężenia

- Zaproponuj dowolną metodę syntezy fluorowodoru, wykorzystując naturalnie występujące minerały jako źródło fluoru.
- Zapisz równanie reakcji „trawienia szkła” – reakcji fluorowodoru z krzemionką.

Zadanie 5

W wyniku ogrzewania mieszaniny chlorku amonu i chlorku fosforu(V) w rozpuszczalniku organicznym (np.: chlorobenzenie) otrzymano stałą mieszaninę homologicznych związków, z której, na drodze sublimacji w próżni, wydzielono krystaliczny produkt A.

- Masa molowa związku A wynosi $347,7 \text{ g mol}^{-1}$. Cząsteczka związku A zbudowana jest z atomów trzech pierwiastków.
- W wyniku reakcji całkowitej hydrolizy związku A w roztworze NaOH otrzymano trzy produkty: B, C i D.
- Związek B jest bezbarwnym, palnym gazem o drażniącym zapachu, dobrze rozpuszczalnym w wodzie. Wodne roztwory B mają odczyn zasadowy. Gaz B uzyskany w wyniku hydrolizy 1 g związku A zajmuje $193,4 \text{ cm}^3$ (warunki normalne).
- Związek C jest bezbarwnym, krystalicznym, rozpuszczalnym w wodzie ciałem stałym. Tworzy sześciennie kryształy. W wyniku reakcji C z roztworem azotanu(V) srebra powstaje biały, serowaty osad (E). W wyniku reakcji z nadmiarem azotanu(V) srebra związku C otrzymanego z 1 g związku A, wytrąca się 2,4745 g osadu.
- Związek D jest bezbarwnym, rozpuszczalnym w wodzie ciałem stałym. Roztwory wodne są silnie zasadowe ($pH = 12$ przy stężeniu 0,1 M). Z 1 g związku A otrzymano 1,4141 g produktu D. Po dodaniu D do roztworu azotanu(V) srebra strąca się żółty osad (F), natomiast w reakcji z azotanem(V) baru – biały osad (G). Związek D nie reaguje z NaOH.

- Podaj wzór strukturalny związku A.
- Zapisz równania reakcji, o których mowa w zadaniu (synteza i hydroliza związku A, powstawanie związków B-G, spalanie związku B).
- Dlaczego roztwory związku D są silnie zasadowe – uzasadnij odpowiedź i zapisz równania zachodzących reakcji (w postaci jonowej).
- Podaj wzór strukturalny dowolnego homologu związku A.
- Związek E jest bardzo trudno rozpuszczalny w wodzie. W celu wyznaczenia jego rozpuszczalności, otrzymano związek E wykorzystując promieniotwórczy izotop srebra – ^{111}Ag . Izotop ten ma czas połowicznego zaniku wynoszący $T_{1/2} = 7,45$ dnia. Stwierdzono, że aktywność roztworu wodnego pozostającego w równowadze z osadem znakowanego izotopowo związku E wynosi $8,7 \text{ GBq cm}^{-3}$ (1 Bq oznacza aktywność wynoszącą 1 rozpad na 1 s). Oblicz rozpuszczalność molową i iloczyn rozpuszczalności związku E. Jakie promieniowanie emituje roztwór, jeśli po czasie stwierdzono w nim obecność izotopu ^{111}Cd ?

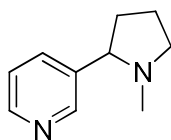
Zadanie 6

Podaj, w jaki sposób można rozwiązać następujące problemy naukowe i laboratoryjne. Opisz krótko sposób postępowania i oczekiwane rezultaty.

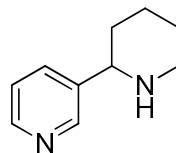
- Baryt (BaSO_4) i celestyn (SrSO_4) są naturalnie występującymi minerałami. Czasami ich skupienia są bardzo podobne, trudne do jednoznacznego rozróżnienia w oparciu o morfologię kryształów. Zaproponuj, w jaki sposób można odróżnić baryt od celestynu.

2. W laboratorium znajduje się słoik opisany jako „Octan talu, bezwodny”. Ponieważ tal może występować na +1 lub +3 stopniu utlenienia zaproponuj, jak rozpoznać z którą solą mamy do czynienia.

3. Z rośliny z rodziny psiankowatych wyizolowano oleisty związek o wzorze sumarycznym $C_{10}H_{14}N_2$. Stwierdzono, że jest to nikotyna lub anabazyna. Jak można rozróżnić te alkaloidy?



nikotyna



anabazyna

4. W laboratorium znaleziono butelkę z opisem „Butanol”. Jak możesz określić, z którym izomerem masz do czynienia?

5. Jak ustalisz stężenie kwasu siarkowego(VI), jeśli na butelce z odczynnikami nie podano tej informacji?

UWAGA:

- Masy atomowe należy zaokrąślać do pierwszego miejsca po przecinku;
- Jeśli w treści zadanie nie sprecyzowano, równania reakcji można zapisywać w postaci jonowej lub cząsteczkowej;
- Syntezy i reakcje organiczne można zapisywać w formie schematów;
- Wzory strukturalne można zapisywać w postaci szkieletowej lub półstrukturalnej.

Punktacja:

Zadanie 1	35	pkt.
Zadanie 2	21	pkt.
Zadanie 3	15	pkt.
Zadanie 4	20	pkt.
Zadanie 5	59	pkt.
Zadanie 6	29	Pkt.
Łącznie	179	pkt.

Czas trwania zawodów: 150 min.

H 1,008																	He 4,003
Li 6,941	Be 9,012											B 10,811	C 12,011	N 14,067	O 15,999	F 18,998	Ne 20,180
Na 22,990	Mg 24,305											Al 26,982	Si 28,086	P 30,974	S 32,066	Cl 35,453	Ar 39,948
K 39,098	Ca 40,078	Sc 44,956	Ti 47,867	V 50,941	Cr 51,996	Mn 54,938	Fe 55,845	Co 58,933	Ni 58,693	Cu 63,546	Zn 65,39	Ga 69,723	Ge 72,61	As 74,922	Se 78,96	Br 79,904	Kr 83,80
Rb 85,468	Sr 87,62	Y 88,906	Zr 91,224	Nb 92,906	Mo 95,94	Tc 98,906	Ru 101,07	Rh 102,905	Pd 106,42	Ag 107,868	Cd 112,411	In 114,818	Sn 118,710	Sb 121,760	Te 127,60	I 126,904	Xe 131,29
Cs 132,905	Ba 137,327	La 138,906	Hf 178,49	Ta 180,948	W 183,84	Re 186,207	Os 190,23	Ir 192,217	Pt 195,078	Au 196,967	Hg 200,59	Tl 204,383	Pb 207,2	Bi 208,980	Po 208,982	At 209,987	Rn 222,018
Fr 223,020	Ra 226,025	Ac 227,028															

Lantanowce

Ce 140,116	Pr 140,908	Nd 144,24	Pm 146,915	Sm 150,36	Eu 151,964	Gd 157,25	Tb 158,925	Dy 162,50	Ho 164,930	Er 167,26	Tm 168,934	Yb 173,04	Lu 174,967
Th 232,038	Pa 231,036	U 238,029	Np 237,048	Pu 244,064	Am 243,061	Cm 247,070	Bk 247,070	Cf 251,080	Es 252,083	Fm 257,095	Md 258,098	No 259,101	Lr 260,105

Aktynowce

	NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	F ⁻	CN ⁻	SCN ⁻	S ²⁻	CH ₃ COO ⁻	OH ⁻	CO ₃ ²⁻	(COO) ₂ ²⁻	SO ₄ ²⁻	CrO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Fe(CN) ₆ ³⁻	Fe(CN) ₆ ⁴⁻	
Na ⁺																			
K ⁺																			
NH ₄ ⁺																			
Mg ²⁺						C					B	B				B	A		
Ca ²⁺						D					A	B	C	A	A	B	C		
Ba ²⁺						D	A					B	B	D	C	B			A
Al ³⁺	H					A	H		H	H	B	H				C			
Cr ³⁺	H						H		H	H	B	H	A		B	C			
Zn ²⁺							B		C		B	B	B			B	B	B	
Mn ²⁺							B		B		B	B	A			B	D	B	
Co ²⁺							B		C		B	B	B		B	B	D	D	
Fe ²⁺							B		B		B	B	B			B	D	D	
Fe ³⁺	H						B		B	H	B	H	B			C			D
Ag ⁺	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	C	B	D	D	
Pb ²⁺			A	C	C	B	B	A	C		B	B	B	B	B	B	A	B	
Hg ₂ ²⁺	A		D	D	D		B	B	C	A	B	B	B	A	B	B			
Hg ²⁺			A	A	D				D		B	B	B		C	B	D		
Cu ²⁺						B	B	B	C		B	B	B			B			D
Bi ³⁺	H		H	H	B				C	H	B	H	B	H	B	C	D	D	
Cd ²⁺							B	A	C		B	B	B		B	B	B	B	
Sn ²⁺	H					B			B		B	B	B		B	B	D	D	

A – trudno rozpuszczalny w wodzie

B – nierozpuszczalny w wodzie, rozpuszczalny w kwasach organicznych i nieorganicznych

C – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach organicznych, rozpuszczalny w kwasach nieorganicznych

D – nierozpuszczalny w wodzie i kwasach

H – związek ulega hydrolizie

brak symbolu oznacza dobrą rozpuszczalność