

Übungsklausur

zur 2. Runde des Auswahlverfahrens zur 58. IChO 2026
in Taschkent (Usbekistan)

	Name:
	Personencode:
	Bundesland:

Bearbeitungshinweise:

- Diese Klausur umfasst **29 Seiten** mit insgesamt **8 Aufgaben**, einer **Formelsammlung** und einem **PSE**. Bitte kontrolliere am Anfang der Bearbeitungszeit, dass diese Angabe vollständig ist.
- Diese Klausur ist **personalisiert**. Kontrolliere am Anfang der Arbeitszeit, dass dein **Name**, **Personencode** und **Bundesland** auf dem Deckblatt sowie dein Personencode und Bundesland auf allen anderen Seiten korrekt eingetragen sind.
- Die **Bearbeitungszeit** für diese Klausur beträgt **180 Minuten**.
- Schreibe deine Ergebnisse ausschließlich in die zugehörigen **Kästen** in dieser Angabe, alles außerhalb der Kästen wird nicht gewertet. Benutze die freien Rückseiten dieser Angabe als **Schmierpapier**.
- Es werden nur Ergebnisse gewertet, bei denen der **Lösungsweg** klar erkennbar ist.

- Wenn in längeren Aufgaben **Zwischenergebnisse** der Form „**Weiter mit: ...**“ gegeben sind, rechne mit diesen weiter und grundsätzlich **nicht mit deinen eigenen Zwischenergebnissen**.
- Verwende für **Naturkonstanten** und **Atommassen** ausschließlich die Werte aus den gegebenen Hilfsmitteln (Formelsammlung / PSE).
- Bearbeite diese Klausur ausschließlich mit **dokumentenechten Stiften** (z.B. Füller, Kugelschreiber). Antworten mit Bleistift werden nicht gewertet. Verwende keine roten oder grünen Stifte.
- Streiche **falsche Ergebnisse** durch und mache eindeutig kenntlich, welches Ergebnis gewertet werden soll. Verwende **keinen Tintenkiller oder Korrekturmaus**. Bei Ankreuzaufgaben kannst du ein Kreuz ungültig machen, indem du die Ankreuzbox vollständig ausmalst.
- Neben Schreibgeräten, Lineal / Geodreieck ist in dieser Klausur als **Hilfsmittel** ausschließlich ein **nicht grafikfähiger Taschenrechner** zugelassen. Schalte unerlaubte Hilfsmittel ggf. aus, verstau sie in deiner Tasche und verschließe diese.
- Abgesehen von der Formelsammlung und dem PSE ist das Heraustrennen von Seiten aus dieser Klausur untersagt. Gib am Ende der Arbeitszeit **alle** Seiten dieser Angabe wieder in der richtigen Reihenfolge ab.
- Das Beschriften der QR-Codes, der Eckmarkierungen sowie der Korrekturspalten am rechten Rand der Bearbeitungskästen ist untersagt.



- Kreuze bei **Multiple-Choice-Aufgaben** die korrekte(n) Antwort(en) mit einem Kreuz an. Ein Kreuz kann gestrichen werden, indem das Kästchen vollständig ausgemalt wird. Gestrichene Antworten können durch die unten gezeigte Markierung wieder angekreuzt werden.

≙ angekreuzt

≙ nicht angekreuzt

≙ angekreuzt

Formelsammlung

Stöchiometrie und Analytik	
Stoffmenge $n = \frac{m}{M} = \frac{V}{V_m} = \frac{N}{N_A}$	Licht / Photonen $\nu = \frac{E}{h} = \frac{c}{\lambda}$
Konzentration / Massenkonz. $c = \frac{n}{V}; \quad \beta = \frac{m}{V}$	Massenanteil A in $A_a B_b$ $\omega_A = \frac{a \cdot M_A}{M_{A_a B_b}}$
LAMBERT- BEER'sches Gesetz $A = -\log_{10} \left(\frac{I}{I_0} \right) = \varepsilon \cdot c \cdot d$	
Gase	
Ideales Gasgesetz $p \cdot V = n \cdot R \cdot T$	DALTON-Gesetz $p_{\text{ges}} = p_A + p_B + \dots$
Thermodynamik	
Innere Energie $\Delta U = C_V \cdot \Delta T$	Reaktionsenthalpie $\Delta_r H^\circ = \sum \Delta_f H^\circ_{\text{Produkte}} - \sum \Delta_f H^\circ_{\text{Edukte}}$
Enthalpie $H = U + pV$ $\Delta H = C_p \cdot \Delta T$	Reaktionsentropie $\Delta_r S^\circ = \sum S^\circ_{\text{Produkte}} - \sum S^\circ_{\text{Edukte}}$
Freie Enthalpie $\Delta G^\circ = \Delta H^\circ - T \cdot \Delta S^\circ$	GIBBS'sche Phasenregel $f = K - P + 2$
Gleichgewichte	
Massenwirkungsgesetz $a A + b B \rightleftharpoons c C + d D$ $K = \frac{a_C^c \cdot a_D^d}{a_A^a \cdot a_B^b}$	Löslichkeitsprodukt $A_a B_b \rightleftharpoons a A^{x+} + b B^{y-}$ $K_L = c_{A^{x+}}^a \cdot c_{B^{y-}}^b$
Vereinfachungen für die Aktivität a_X : <ul style="list-style-type: none"> • Feststoffe und Flüssigkeiten: $a_X = 1$ • Verdünnte Lösungen: $a_X \approx \frac{c_X}{c_0}; c_0 = 1 \frac{\text{mol}}{\text{L}}$ • Gase: $a_X \approx \frac{p_X}{p_0}; p_0 = 1 \text{ bar}$ 	Freie Enthalpie $\Delta G^\circ = -R \cdot T \cdot \ln(K)$
Säure-Base-Gleichgewichte	
pH/pOH-Wert $pH = -\log_{10}(c_{H^+})$ $pOH = -\log_{10}(c_{OH^-})$ $pH + pOH = 14$	Näherungsformel starke Säuren/Basen $pH \approx -\log_{10}(c_0)$ $pOH \approx -\log_{10}(c_0)$
Säure- / Basenstärke $K_S = \frac{c_{A^-} \cdot c_{H^+}}{c_{HA}}; K_B = \frac{c_{BH^+} \cdot c_{OH^-}}{c_B}$ $pK_{S/B} = -\log_{10}(K_{S/B})$ $pK_S + pK_B = 14$	Näherungsformel schwache Säuren/Basen $pH \approx \frac{1}{2} \cdot (pK_S - \log_{10}(c_0))$ $pOH \approx \frac{1}{2} \cdot (pK_B - \log_{10}(c_0))$
HENDERSSON- HASSELBALCH- Gleichung $pH = pK_S + \log_{10} \left(\frac{c_{A^-}}{c_{HA}} \right)$	
Organische Chemie	
Doppelbindungsäquivalent $C_c N_n H_h O_o X_x$ ($X = \text{Halogen}$)	$DB\ddot{A} = \frac{2 \cdot c + n - h - x + 2}{2}$

Elektrochemie			
Zellspannung	$\Delta E = E_{Kathode} - E_{Anode}$	NERNST-Gleichung $Ox + z e^- \rightleftharpoons Red$	$E = E^\circ + \frac{R \cdot T}{z \cdot F} \cdot \ln \left(\frac{\prod a_{Ox}}{\prod a_{Red}} \right)$
Freie Enthalpie	$\Delta G^\circ = -E \cdot z \cdot F$	FARADAY-Gesetz	$Q = I \cdot \Delta t = z \cdot F \cdot n$
Elektrische Leistung	$P_{el} = U \cdot I$	Elektrische Energie	$E_{el} = U \cdot I \cdot \Delta t = U \cdot Q$

Kinetik			
Reaktionsgeschwindigkeit	$r = \frac{1}{\nu_i} \frac{dc_i}{dt}$	Zeitgesetze: <ul style="list-style-type: none"> • 0. Ordnung $c = c_0 - k \cdot t$ • 1. Ordnung $c = c_0 \cdot e^{-k \cdot t}$ • 2. Ordnung $c^{-1} = c_0^{-1} + k \cdot t$ 	
Geschwindigkeitsgesetz	$r = k \cdot c_A^x \cdot c_B^y \cdot \dots$		
ARRHENIUS-Gleichung	$k = A \cdot e^{-\frac{E_A}{R \cdot T}}$		

Mathematik			
Kugel	$V = \frac{4}{3} \pi \cdot r^3$ $A = 4 \pi \cdot r^2$	Quadratische Gleichung $a \cdot x^2 + b \cdot x + c = 0$	$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4 \cdot a \cdot c}}{2 \cdot a}$
Rechtwinkliges Dreieck	$a^2 + b^2 = c^2$ $\sin(\alpha) = \frac{b}{c}; \cos(\alpha) = \frac{a}{c}; \tan(\alpha) = \frac{b}{a}$	Logarithmen	$\log_x(a \cdot b) = \log_x a + \log_x b$ $\log_x(a^n) = n \cdot \log_x a$

Einheiten			
Druck	1 atm = 1,013 · 10 ⁵ Pa 1 bar = 10 ⁵ Pa	Volumen	1 L = 10 ⁻³ m ³
Temperatur	$\vartheta / ^\circ C = T / K - 273,15$	Masse	1 u = 1,6605 · 10 ⁻²⁷ kg
Längen	1 Å = 10 ⁻¹⁰ m	Vorsätze	pico/p: 10 ⁻¹² ; nano/n: 10 ⁻⁹ mikro/μ: 10 ⁻⁶ ; milli/m: 10 ⁻³

Naturkonstanten			
Lichtgeschwindigkeit	$c = 3,00 \cdot 10^8 \frac{m}{s}$	FARADAY-Konstante	$F = 96485 \frac{C}{mol}$
Gaskonstante	$R = 8,314 \frac{J}{mol \cdot K}$	Elementarladung	$e = 1,602 \cdot 10^{-19} C$
AVOGADRO-Konstante	$N_A = 6,022 \cdot 10^{23} \frac{1}{mol}$	PLANCK'sches Wirkungsquantum	$h = 6,626 \cdot 10^{-34} J \cdot s$

PSE

		1		2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		12		13		14		15		16		17		18																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
K	L	M	N	O	P	Q																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
1	3	11	19	37	55	87	1	3	11	19	37	55	87	105	104	72	40	22	3	13	21	29	37	45	53	61	69	77	85	93	101	109	117	125	133	141	149	157	165	173	181	189	197	205	213	221	229	237	245	253	261	269	277	285	293	301	309	317	325	333	341	349	357	365	373	381	389	397	405	413	421	429	437	445	453	461	469	477	485	493	501	509	517	525	533	541	549	557	565	573	581	589	597	605	613	621	629	637	645	653	661	669	677	685	693	701	709	717	725	733	741	749	757	765	773	781	789	797	805	813	821	829	837	845	853	861	869	877	885	893	901	909	917	925	933	941	949	957	965	973	981	989	997	1005	1013	1021	1029	1037	1045	1053	1061	1069	1077	1085	1093	1101	1109	1117	1125	1133	1141	1149	1157	1165	1173	1181	1189	1197	1205	1213	1221	1229	1237	1245	1253	1261	1269	1277	1285	1293	1301	1309	1317	1325	1333	1341	1349	1357	1365	1373	1381	1389	1397	1405	1413	1421	1429	1437	1445	1453	1461	1469	1477	1485	1493	1501	1509	1517	1525	1533	1541	1549	1557	1565	1573	1581	1589	1597	1605	1613	1621	1629	1637	1645	1653	1661	1669	1677	1685	1693	1701	1709	1717	1725	1733	1741	1749	1757	1765	1773	1781	1789	1797	1805	1813	1821	1829	1837	1845	1853	1861	1869	1877	1885	1893	1901	1909	1917	1925	1933	1941	1949	1957	1965	1973	1981	1989	1997	2005	2013	2021	2029	2037	2045	2053	2061	2069	2077	2085	2093	2101	2109	2117	2125	2133	2141	2149	2157	2165	2173	2181	2189	2197	2205	2213	2221	2229	2237	2245	2253	2261	2269	2277	2285	2293	2301	2309	2317	2325	2333	2341	2349	2357	2365	2373	2381	2389	2397	2405	2413	2421	2429	2437	2445	2453	2461	2469	2477	2485	2493	2501	2509	2517	2525	2533	2541	2549	2557	2565	2573	2581	2589	2597	2605	2613	2621	2629	2637	2645	2653	2661	2669	2677	2685	2693	2701	2709	2717	2725	2733	2741	2749	2757	2765	2773	2781	2789	2797	2805	2813	2821	2829	2837	2845	2853	2861	2869	2877	2885	2893	2901	2909	2917	2925	2933	2941	2949	2957	2965	2973	2981	2989	2997	3005	3013	3021	3029	3037	3045	3053	3061	3069	3077	3085	3093	3101	3109	3117	3125	3133	3141	3149	3157	3165	3173	3181	3189	3197	3205	3213	3221	3229	3237	3245	3253	3261	3269	3277	3285	3293	3301	3309	3317	3325	3333	3341	3349	3357	3365	3373	3381	3389	3397	3405	3413	3421	3429	3437	3445	3453	3461	3469	3477	3485	3493	3501	3509	3517	3525	3533	3541	3549	3557	3565	3573	3581	3589	3597	3605	3613	3621	3629	3637	3645	3653	3661	3669	3677	3685	3693	3701	3709	3717	3725	3733	3741	3749	3757	3765	3773	3781	3789	3797	3805	3813	3821	3829	3837	3845	3853	3861	3869	3877	3885	3893	3901	3909	3917	3925	3933	3941	3949	3957	3965	3973	3981	3989	3997	4005	4013	4021	4029	4037	4045	4053	4061	4069	4077	4085	4093	4101	4109	4117	4125	4133	4141	4149	4157	4165	4173	4181	4189	4197	4205	4213	4221	4229	4237	4245	4253	4261	4269	4277	4285	4293	4301	4309	4317	4325	4333	4341	4349	4357	4365	4373	4381	4389	4397	4405	4413	4421	4429	4437	4445	4453	4461	4469	4477	4485	4493	4501	4509	4517	4525	4533	4541	4549	4557	4565	4573	4581	4589	4597	4605	4613	4621	4629	4637	4645	4653	4661	4669	4677	4685	4693	4701	4709	4717	4725	4733	4741	4749	4757	4765	4773	4781	4789	4797	4805	4813	4821	4829	4837	4845	4853	4861	4869	4877	4885	4893	4901	4909	4917	4925	4933	4941	4949	4957	4965	4973	4981	4989	4997	5005	5013	5021	5029	5037	5045	5053	5061	5069	5077	5085	5093	5101	5109	5117	5125	5133	5141	5149	5157	5165	5173	5181	5189	5197	5205	5213	5221	5229	5237	5245	5253	5261	5269	5277	5285	5293	5301	5309	5317	5325	5333	5341	5349	5357	5365	5373	5381	5389	5397	5405	5413	5421	5429	5437	5445	5453	5461	5469	5477	5485	5493	5501	5509	5517	5525	5533	5541	5549	5557	5565	5573	5581	5589	5597	5605	5613	5621	5629	5637	5645	5653	5661	5669	5677	5685	5693	5701	5709	5717	5725	5733	5741	5749	5757	5765	5773	5781	5789	5797	5805	5813	5821	5829	5837	5845	5853	5861	5869	5877	5885	5893	5901	5909	5917	5925	5933	5941	5949	5957	5965	5973	5981	5989	5997	6005	6013	6021	6029	6037	6045	6053	6061	6069	6077	6085	6093	6101	6109	6117	6125	6133	6141	6149	6157	6165	6173	6181	6189	6197	6205	6213	6221	6229	6237	6245	6253	6261	6269	6277	6285	6293	6301	6309	6317	6325	6333	6341	6349	6357	6365	6373	6381	6389	6397	6405	6413	6421	6429	6437	6445	6453	6461	6469	6477	6485	6493	6501	6509	6517	6525	6533	6541	6549	6557	6565	6573	6581	6589	6597	6605	6613	6621	6629	6637	6645	6653	6661	6669	6677	6685	6693	6701	6709	6717	6725	6733	6741	6749	6757	6765	6773	6781	6789	6797	6805	6813	6821	6829	6837	6845	6853	6861	6869	6877	6885	6893	6901	6909	6917	6925	6933	6941	6949	6957	6965	6973	6981	6989	6997	7005	7013	7021	7029	7037	7045	7053	7061	7069	7077	7085	7093	7101	7109	7117	7125	7133	7141	7149	7157	7165	7173	7181	7189	7197	7205	7213	7221	7229	7237	7245	7253	7261	7269	7277	7285	7293	7301	7309	7317	7325	7333	7341	7349	7357	7365	7373	7381	7389	7397	7405	7413	7421	7429	7437	7445	7453	7461	7469	7477	7485	7493	7501	7509	7517	7525	7533	7541	7549	7557	7565	7573	7581	7589	7597	7605	7613	7621	7629	7637	7645	7653	7661	7669	7677	7685	7693	7701	7709	7717	7725	7733	7741	7749	7757	7765	7773	7781	7789	7797	7805	7813	7821	7829	7837	7845	7853	7861	7869	7877	7885	7893	7901	7909	7917	7925	7933	7941	7949	7957	7965	7973	7981	7989	7997	8005	8013	8021	8029	8037	8045	8053	8061	8069	8077	8085	8093	8101	8109	8117	8125	8133	8141	8149	8157	8165	8173	8181	8189	8197	8205	8213	8221	8229	8237	8245	8253	8261	8269	8277	8285	8293	8301	8309	8317	8325	8333	8341	8349	8357	8365	8373	8381	8389	8397	8405	8413	8421	8429	8437	8445	8453	8461	8469	8477	8485	8493	8501	8509	8517	8525	8533	8541	8549	8557	8565	8573	8581	8589	8597	8605	8613	8621	8629	8637	8645	8653	8661	8669	8677	8685	8693	8701	8709	8717	8725	8733	8741	8749	8757	8765	8773	8781	8789	8797	8805	8813	8821	8829	8837	8845	8853	8861	8869	8877	8885	8893	8901	8909	8917	8925	8933	8941	8949	8957	8965	8973	8981	8989	8997	9005	9013	9021	9029	9037	9045	9053	9061	9069	9077	9085	9093	9101	9109	9117	9125	9133	9141	9149	9157	9165	9173	9181	9189	9197	9205	9213	9221	9229	9237	9245	9253	9261	9269	9277	9285	9293	9301	9309	9317	9325	9333	9341	9349	9357	9365	9373	9381	9389	9397

2-01

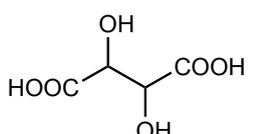
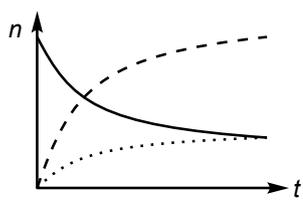
Multiple Choice

15Pt

Kreuze für jede der folgenden Teilaufgaben jeweils alle richtigen Antworten **an**.

Hinweis: Es können immer auch mehrere Antworten richtig sein, selbst wenn die Frage so formuliert ist, als wäre nur eine Antwort richtig.

a) Welches Nuklid enthält die meisten Neutronen?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
^{40}Ca	^{37}Cl	^{34}S	^{39}Ar	^{41}Ti	
b) In welcher Anordnung sind die Elemente nach steigender Elektronegativität sortiert?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
$\text{C} < \text{H} < \text{F}$	$\text{Si} < \text{C} < \text{N}$	$\text{S} < \text{F} < \text{Ne}$	$\text{Mg} < \text{Al} < \text{Li}$	$\text{P} < \text{S} < \text{O}$	
c) Wie lautet die Verhältnisformel der ungeladenen Verbindung Cuprospinel?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
CuFeO_4	Cu_2FeO_4	CuFe_2O_4	$\text{Cu}_2\text{Fe}_3\text{O}_4$	CuFe_4O_4	
d) Wie viele Elektronen mit der Hauptquantenzahl 3 kann es in einem Atom maximal geben?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
2	8	9	16	18	
e) Welches der Salze ist unlöslich in Wasser (< 1 g/L bei Raumtemperatur)?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
BaCO_3	KNO_3	CaCl_2	AgBr	KHCO_3	
f) Welches Element verursacht eine rote Flammenfärbung?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
Cu	Li	K	Sr	Ba	
g) Welche der Säuren ist die stärkste?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
HCl	HF	HClO_4	HOCl	NH_4^+	
h) Welche Verbindung besitzt den höchsten Siedepunkt?					<input type="checkbox"/> 0
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> 1
CH_4	HF	HBr	NH_3	H_2S	

i) Wie lautet die Summenformel der Verbindung 3-Ethyl-4-methylheptan?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
C_7H_{14}	C_7H_{16}	$C_{10}H_{16}$	$C_{10}H_{20}$	$C_{10}H_{22}$	
j) Welche Verbindungen entstehen formal bei der Reaktion eines Ketons mit einem Alkohol?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Ester	Ether	Aldehyde	Ketale	Acetale	
k) Wie viele verschiedene Stereoisomere von Weinsäure (siehe Abbildung) gibt es?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
1	2	3	4	6	
l) Die Abbildung zeigt die zeitabhängigen Verläufe der Stoffmengen der Edukte und Produkte einer chemischen Reaktion. Wie lautet die zugehörige Reaktionsgleichung?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
					
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
$2A \rightarrow 2B + C$	$A \rightarrow 2B + C$	$2A \rightarrow 3B + C$	$3A \rightarrow 3B + C$	$A \rightarrow 3B + C$	
m) Welche thermodynamische Bedingung muss für eine spontane Reaktion erfüllt sein?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
$\Delta_r H < 0$	$\Delta_r S < 0$	$\Delta_r S > 0$	$\Delta_r G > 0$	$\Delta_r G < 0$	
n) Welche Gesetzmäßigkeit beschreibt eine Kinetik 1. Ordnung?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
$\frac{dc}{dt} = -k \cdot c$	$c(t) = c_0 - k \cdot t$	$\frac{dc}{dt} = -k$	$\frac{1}{c(t)} = \frac{1}{c_0} - k \cdot t$	$\ln(c(t)) = \ln(c_0) - k \cdot t$	
o) Welche Naturkonstante beschreibt die molare Ladungsmenge von Elektronen?					<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
e	F	h	k_B	m_e	

2-02

Kurzfragen

15Pt

a) **Zeichne** die LEWIS-Formel von Hydrazin (N_2H_4) und **gib die** Oxidationszahl der Stickstoffatome **an**.

- 0
-
- 1
-
- 2

b) **Vervollständige** die vorgegebene Elektronenkonfiguration eines Fluoratoms im Grundzustand, indem du die fehlenden Zahlen in die Lücken schreibst.

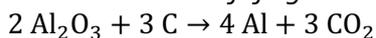
$1s^2 2s \text{ --- } 2p \text{ ---}$

- 0
-
- 1

c) **Nenne** ein Element, das bei Standardbedingungen flüssig ist.

- 0
-
- 1

d) Bei der Schmelzflusselektrolyse von Aluminiumoxid läuft folgende Reaktion ab:



Berechne die Masse m_C des Kohlenstoffs, der zur Herstellung von $m_{Al} = 1 \text{ t}$ Aluminium benötigt wird.

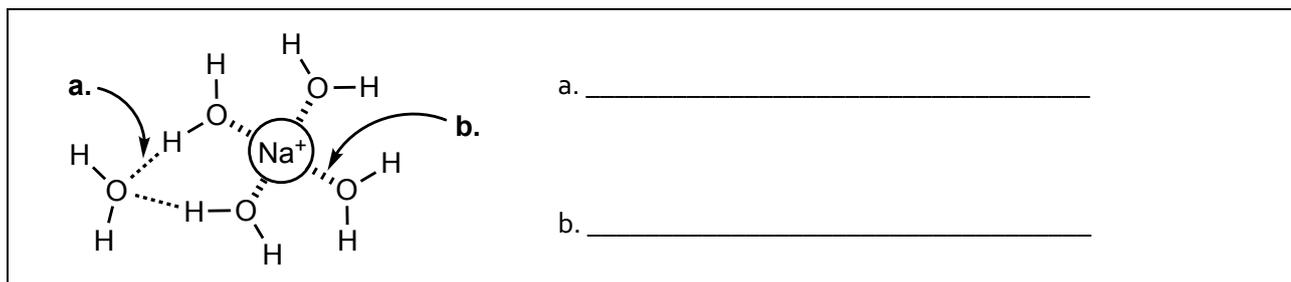
- 0
-
- 1
-
- 2

e) Die Abbildung zeigt schematisch die Hydrathülle eines hydratisierten Natriumions. **Benenne** jeweils die Art der intermolekularen Wechselwirkung, die bei **a.** und **b.** vorliegt.

- 0

 1

 2



f) Beim Rösten von Eisen(II)-disulfid (FeS_2) an Luftsauerstoff wird Eisen(III)-oxid und Schwefeldioxid gebildet. **Gib** für diese Reaktion eine ausgeglichene Reaktionsgleichung mit Aggregatzuständen **an**.

- 0

 1

 2

g) **Gib** jeweils **an**, welche der Verbindungen **A**, **B** und **C** die stärkste Säure bzw. die stärkste Base ist.

- 0

 1

 2



h) **Zeichne** jeweils die Strukturformel desjenigen Isomers mit der Summenformel $\text{C}_3\text{H}_6\text{O}$, das zu der entsprechenden Beschreibung passt.

- 0

 1

 2

 3

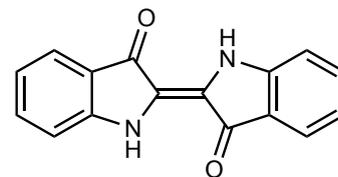
Strukturformel			
Beschreibung	Bei diesem Isomer handelt es sich um ein sehr gängiges Lösungsmittel , das zur Gruppe der Ketone gehört.	Der systematische Name dieses Isomers lautet (E)-Prop-1-en-1-ol .	Dieses Isomer ist cyclisch und besitzt eine freie Hydroxygruppe .

2-03

Das wird mir zu bunt!

15 Pt

Indigo, ein blauvioletttes Färbemittel, ist eines der ältesten bekannten Pigmente und wurde schon in prähistorischer Zeit zum Färben von Stoffen verwendet. Nebenstehend ist die Skelettformel von Indigo abgebildet.



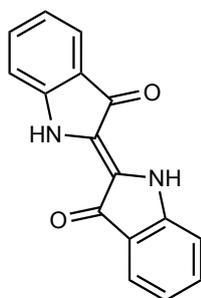
a) **Gib** die Summenformel von Indigo **an**.

- 0

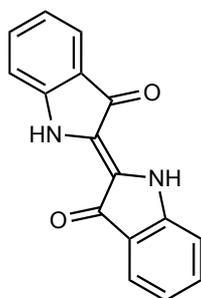
 1

b) **Markiere** für jede der folgend genannten funktionellen Gruppen ein Beispiel in der Struktur von Indigo.

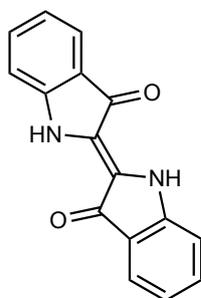
Carbonyl-Gruppe



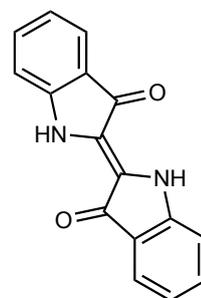
Amino-Gruppe



Alkenyl-Gruppe



Phenylen-Gruppe



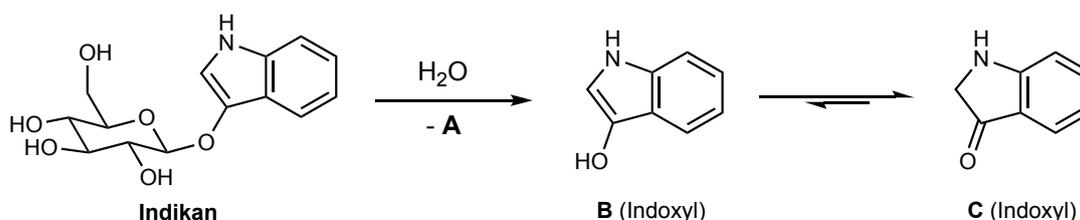
- 0

 1

 2

 3

Traditionell wird Indigo aus in Indigopflanzen enthaltenem Indikan gewonnen. Durch Gärung entsteht aus diesem Indoxyl, eine Vorstufe von Indigo.



c) **Vervollständige** den Lückentext, indem du jeweils alle richtigen Begriffe **ankreuzt**

Indikan wird im ersten Schritt in einem Überschuss von Wasser aufgespalten. Bei der Reaktion handelt es sich um eine (1). Das dabei entstehende Nebenprodukt **A** gehört zur Klasse der (2). Verbindungen **B** und **C** sind (3) von Indoxyl und können sich ineinander umlagern. Das Gleichgewicht liegt dabei auf der Seite von (4).

Lücke (1)

- Kondensation
 Hydrolyse
 Addition
 Eliminierung

Lücke (2)

- Aminosäuren
 Lipide
 Peptide
 Kohlenhydrate

Lücke (3)

- Mesomere Grenzstrukturen
 Stereoisomere
 Strukturisomere
 Tautomere

Lücke (4)

- Verbindung **B**
 Verbindung **C**

- 0

 1

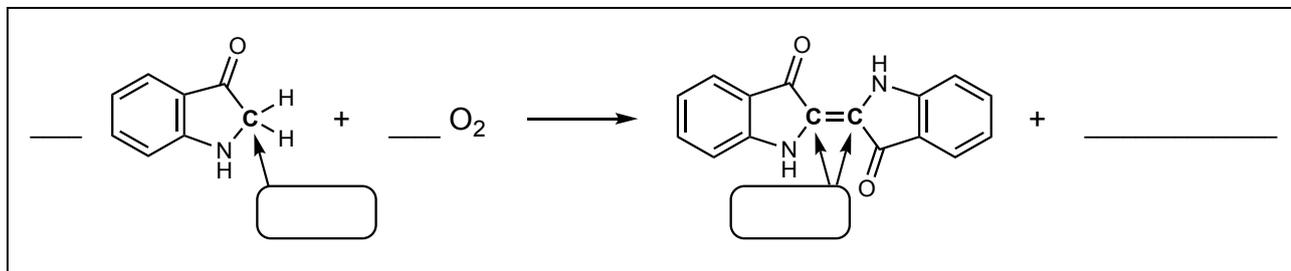
 2

 3

 4

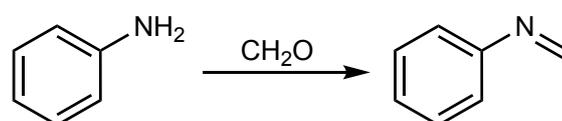
Indoxyl kann schließlich in einem Prozess, der Schlagen genannt wird, mit Luftsauerstoff zu Indigo umgesetzt werden.

d) **Vervollständige** die Reaktionsgleichung, indem du die Oxidationszahlen der fett markierten Kohlenstoffatome in die Kästchen **schreibst** und das fehlende Nebenprodukt sowie die stöchiometrischen Koeffizienten **angibst**.



- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3

Heutzutage wird der Großteil des weltweit hergestellten Indigos synthetisch erzeugt. Ein möglicher Syntheseweg beginnt dabei mit der Umsetzung von Anilin und Formaldehyd zu einem Imin.



e) **Vervollständige** den Lückentext zum Mechanismus der betrachteten Reaktion, indem du **ankreuzt** bzw. die Lücken entsprechend den Anweisungen **ergänzt**.

Das Stickstoffatom im Anilin besitzt ein freies Elektronenpaar und kann somit als... **[Kreuze die richtige Antwort an.]**

Nukleophil

Elektrophil

...reagieren. Formaldehyd besitzt eine polare C=O-Doppelbindung, in welcher der Kohlenstoff eine... **[Kreuze die richtige Antwort an.]**

negative

positive

...Partiellladung besitzt, wie die mesomere Grenzstruktur von Formaldehyd verdeutlicht. **[Zeichne die mesomere Grenzstruktur von Formaldehyd.]**



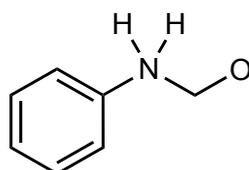
Anilin und Formaldehyd können somit in einer... **[Kreuze die richtige Antwort an.]**

nucleophilen Substitution

elektrophilen Addition

nucleophilen Addition

...reagieren, bei der schließlich ein Intermediat mit folgender Struktur entsteht. **[Zeichne die fehlenden Formalladungen in die vorgegebene Struktur ein.]**



- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4
-
- 5

2-04

Alles eine Frage des Blickwinkels

20 Pt

Häufig kommt es in der organischen Chemie vor, dass Verbindungen dieselbe Summenformel, jedoch unterschiedliche Strukturen besitzen. Dieses Phänomen wird als Isomerie bezeichnet und kann sich auf mehrere Weisen äußern: Während in manchen Isomeren die Atome grundlegend anders verknüpft sind, unterscheiden sich Stereoisomere nur in der räumlichen Ausrichtung, nicht aber der Verknüpfung der Atome.

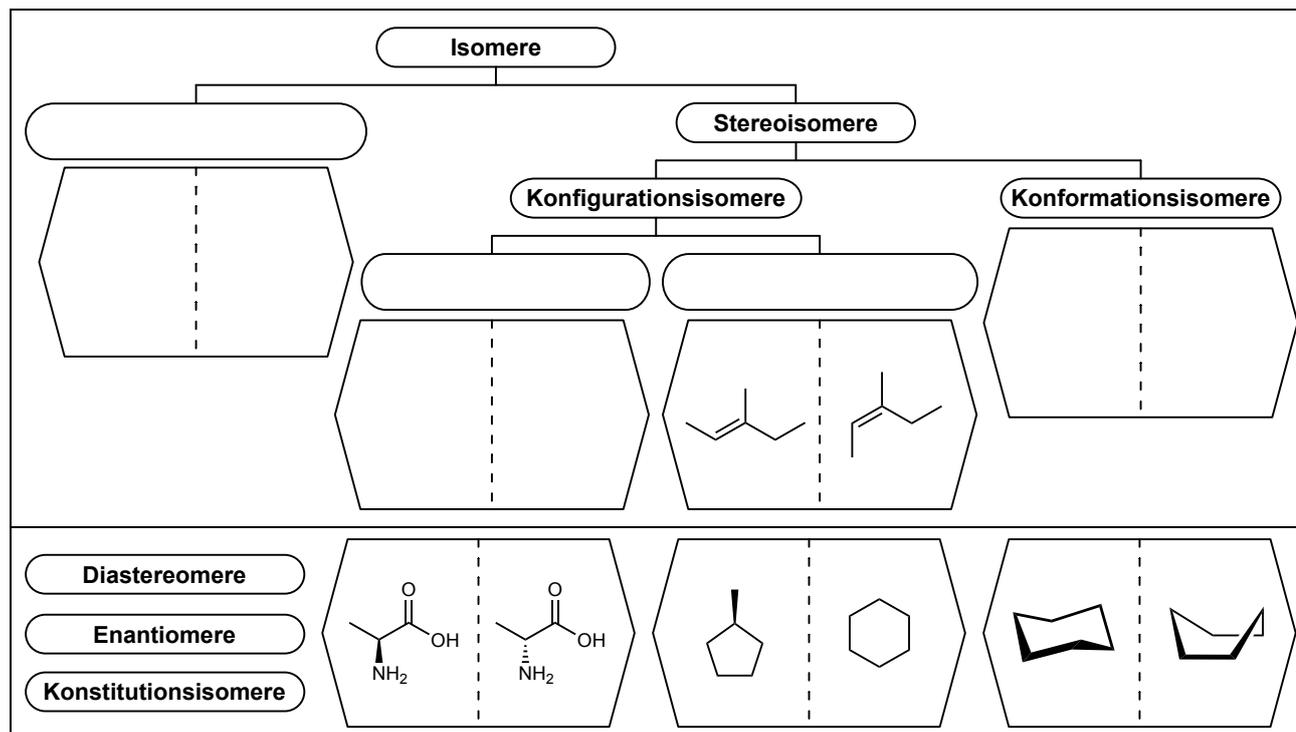
a) **Vervollständige** das Schema, indem du die unten gegebenen Begriffe und Strukturformeln jeweils in die korrekten Lücken einträgst.

- 0

 1

 2

 3



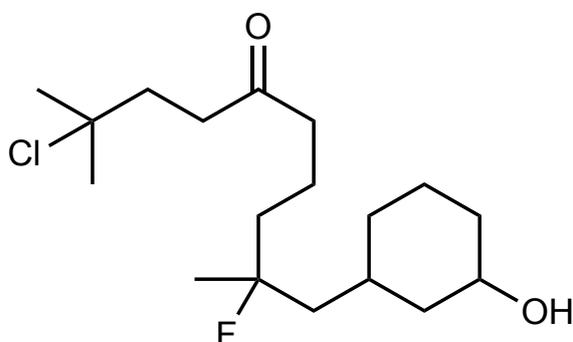
In der Stereochemie spielt der Begriff der Chiralität eine zentrale Rolle. Ein Molekül ist allgemein chiral, wenn es durch Drehen nicht in Übereinstimmung mit seinem eigenen Spiegelbild gebracht werden kann. Häufig besitzen solche Moleküle dabei asymmetrisch substituierte Kohlenstoffatome, d.h. solche mit vier verschiedenen Substituenten, als Stereozentren. Jedes Stereozentrum kann zwei verschiedene Konfigurationen einnehmen.

b) **Markiere** in der gegebenen Strukturformel alle asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatome mit einem Sternchen *. **Gib an**, wie viele Stereoisomere das abgebildete Molekül besitzt.

- 0

 1

 2



Anzahl Stereoisomere:

Nicht jedes Molekül mit asymmetrisch substituierten Kohlenstoffatomen ist jedoch auch chiral. So sind alle Moleküle, die eine innere Spiegelebene oder ein Inversionszentrum besitzen, nicht chiral.

c) **Kreuze** für jedes der folgenden Moleküle jeweils an, ob es eine innere Spiegelebene, ein Inversionszentrum oder nichts von beiden gibt.

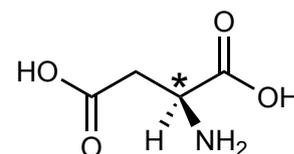
<input type="checkbox"/> Spiegelebene <input type="checkbox"/> Inversionszentrum <input type="checkbox"/> Beides <input type="checkbox"/> Nichts von beiden	<input type="checkbox"/> Spiegelebene <input type="checkbox"/> Inversionszentrum <input type="checkbox"/> Beides <input type="checkbox"/> Nichts von beiden	<input type="checkbox"/> Spiegelebene <input type="checkbox"/> Inversionszentrum <input type="checkbox"/> Beides <input type="checkbox"/> Nichts von beiden	<input type="checkbox"/> Spiegelebene <input type="checkbox"/> Inversionszentrum <input type="checkbox"/> Beides <input type="checkbox"/> Nichts von beiden

- 0

 1

 2

Um Stereoisomere eindeutig voneinander zu unterscheiden und benennen zu können, wurde die *R/S*-Nomenklatur für Stereozentren eingeführt. Diese soll exemplarisch auf die Aminosäure Asparaginsäure angewendet werden, die nebenstehend in ihrer natürlich vorkommenden *L*-Form abgebildet ist.



d) **Ordne** den Substituenten am asymmetrischen Kohlenstoffatom von *L*-Asparaginsäure ihr Prioritäten von 1 (höchste Priorität) bis 4 (niedrigste Priorität) zu und **kreuze an**, ob die absolute Konfiguration (*R*) oder (*S*) ist.

Die absolute Konfiguration ist: <input type="checkbox"/> (<i>R</i>) <input type="checkbox"/> (<i>S</i>)			

- 0

 1

 2

Während alle natürlich vorkommenden Aminosäuren zwar *L*-Aminosäuren sind, besitzen nicht alle die gleiche absolute Konfiguration gemäß der *R/S*-Nomenklatur.

e) **Kreuze an**, welche der folgenden *L*-Aminosäuren eine andere absolute Konfiguration gemäß der *R/S*-Nomenklatur an dem mit einem Sternchen markierten Kohlenstoffatom besitzt.

<input type="checkbox"/>				

- 0

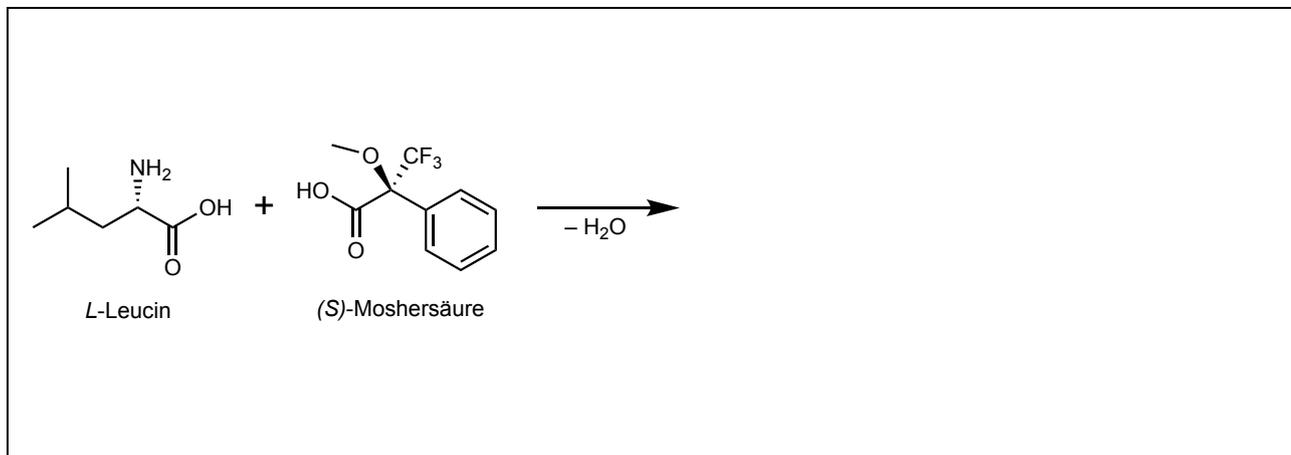
 1

Synthesen mit Aminosäuren als Ausgangsmaterial erfordern oft den Einsatz enantiomerenreiner Verbindungen. Eine mögliche Methode, um die Enantiomerenreinheit von Aminosäuren wie z.B. Leucin zu überprüfen, ist die Umsetzung mit der chiralen (*S*)-Moshersäure unter Bildung eines Amids.

f) **Zeichne** die Strukturformel des Produkts, das bei der Umsetzung von (*S*)-Moshersäure mit *L*-Leucin gebildet wird.

- 0

 1



g) **Kreuze** für jede der angegebenen Kombinationen der Edukte **an**, wie viele und welche Arten von Stereoisomeren bei der oben beschriebenen Umsetzung jeweils gebildet werden.

- 0

 1

 2

Enantiomerenreines *L*-Leucin + enantiomerenreine (*S*)-Moshersäure

- Ein Stereoisomer Zwei Enantiomere Zwei Diastereomere Vier Diastereomere
 Vier Stereoisomere: Zwei Paare von Enantiomeren

Gemisch von *L*- und *D*-Leucin + enantiomerenreine (*S*)-Moshersäure

- Ein Stereoisomer Zwei Enantiomere Zwei Diastereomere Vier Diastereomere
 Vier Stereoisomere: Zwei Paare von Enantiomeren

Gemisch von *L*- und *D*-Leucin + Gemisch von (*S*)- und (*R*)-Moshersäure

- Ein Stereoisomer Zwei Enantiomere Zwei Diastereomere Vier Diastereomere
 Vier Stereoisomere: Zwei Paare von Enantiomeren

h) **Kreuze** alle Methoden **an**, die zur quantitativen Bestimmung der Enantiomerenreinheit von Leucin nach der Umsetzung mit (*S*)-Moshersäure geeignet sind.

- 0

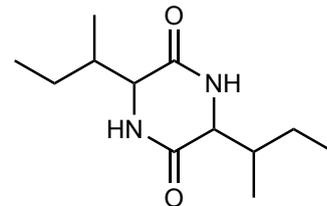
 1

- Massenspektrometrie Flüssigkeitschromatographie
 NMR-Spektroskopie UV-Vis-Spektroskopie

ICHO 2026 in Taschkent, Usbekistan
Übungsklausur 2. Runde



Die *Innovative Chemie für Heilmitteloptimierung GmbH* (kurz ICHO-GmbH) hat ein neues Medikament auf Basis eines cyclischen, aus zwei Isoleucin-Einheiten bestehenden Dipeptids **P** entwickelt. Leider sind die Daten über die Stereochemie von **P** verloren gegangen und die einzige bekannte Information ist, dass das Produkt optisch inaktiv ist, also nicht die Polarisationssebene von polarisiertem Licht dreht.



Verbindung **P**

i) **Zeichne** alle Stereoisomere von **P**, die optisch inaktiv sind.

- 0
- 1
- 2

Eine andere mögliche Erklärung für die optische Inaktivität könnte sein, dass es sich bei dem Produkt nicht um ein einzelnes Stereoisomer von **P**, sondern um ein racemisches Gemisch zweier Enantiomere von **P** handelt.

j) **Gib an**, wie viele Paare von Enantiomeren Verbindung **P** insgesamt besitzt und **zeichne eines** der Enantiomerenpaare.

- 0
- 1
- 2
- 3

2-05

Die Gruppe der Alkalimetalle

15 Pt

Die Alkalimetalle bilden die erste Hauptgruppe des Periodensystems.

a) **Vervollständige** den Lückentext, indem du jeweils alle richtigen Begriffe **ankreuzt**.

Die Alkalimetalle besitzen ein Valenzelektron in einem (1) . Sie sind in ihrer elementaren Form starke (2) und reagieren bereitwillig unter (3) von Elektronen. Im Vergleich mit den anderen Elementen derselben Periode besitzen Alkalimetalle den/die niedrigste(n) (4) .

<u>Lücke (1)</u> <input type="checkbox"/> s-Orbital <input type="checkbox"/> p-Orbital <input type="checkbox"/> d-Orbital <input type="checkbox"/> f-Orbital	<u>Lücke (2)</u> <input type="checkbox"/> Oxidationsmittel <input type="checkbox"/> Reduktionsmittel	<u>Lücke (3)</u> <input type="checkbox"/> Aufnahme <input type="checkbox"/> Abgabe	<u>Lücke (4)</u> <input type="checkbox"/> Elektronegativität <input type="checkbox"/> Atomradius <input type="checkbox"/> Ionisierungsenergie <input type="checkbox"/> Ionenradius
--	--	--	--

- 0
-
- 1
-
- 2
-

b) **Kreuze** jeweils **an**, ob die genannte Eigenschaft innerhalb der Gruppe der Alkalimetalle mit steigender Ordnungszahl zu- oder abnimmt.

	Elektronegativität	Ionisierungsenergie	Ionenradius												
<table border="1"> <tr><td>Li</td><td></td></tr> <tr><td>Na</td><td></td></tr> <tr><td>K</td><td></td></tr> <tr><td>Rb</td><td></td></tr> <tr><td>Cs</td><td></td></tr> <tr><td>Fr</td><td></td></tr> </table>	Li		Na		K		Rb		Cs		Fr		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Li															
Na															
K															
Rb															
Cs															
Fr															

- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3

In der qualitativen Analytik werden Alkalimetalle meist durch ihre Flammenfärbung nachgewiesen.

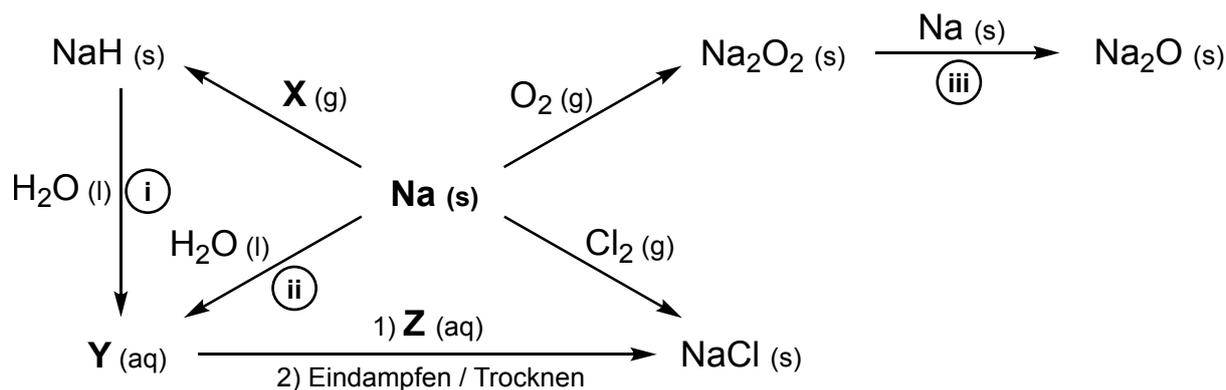
c) **Ordne** den Elementen jeweils ihre zugehörige Flammenfärbung aus der Begriffsliste **zu**.
 Hinweis: Du kannst denselben Begriff auch mehrmals verwenden.

Mögliche Flammenfärbungen: blau – violett – rot – orange – gelb – grün

Li	Na	K	Rb

- 0
-
- 1
-
- 2

Alkalimetalle gehen eine Vielzahl typischer Reaktionen ein, wie in dem Schema auf der folgenden Seite exemplarisch für Natrium gezeigt ist.



d) **Gib** die Summenformeln der Verbindungen **X**, **Y** und **Z** aus dem Schema **an**.

X	Y	Z
---	---	---

- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3

e) **Vervollständige** die Reaktionsgleichungen (mit Aggregatzuständen) der Reaktionen **i** – **iii** aus dem Schema, indem du die fehlenden stöchiometrischen Koeffizienten und Verbindungen **ergänzt**.

(i)	$\underline{\quad} \text{NaH (s)} + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \underline{\quad\quad\quad} + \underline{\quad\quad\quad}$
(ii)	$\underline{\quad} \text{Na (s)} + \underline{\quad} \text{H}_2\text{O (l)} \rightarrow \underline{\quad\quad\quad} + \underline{\quad\quad\quad}$
(iii)	$\underline{\quad} \text{Na}_2\text{O}_2 \text{ (s)} + \underline{\quad} \text{Na (s)} \rightarrow \underline{\quad} \text{Na}_2\text{O (s)}$

- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3

f) **Zeichne** die LEWIS-Formel (mit allen freien Elektronenpaaren) des Anions in Na_2O_2 . **Kreuze** den korrekten Namen des Anions **an**.

LEWIS-Formel	<input type="checkbox"/>	Oxid-Anion
	<input type="checkbox"/>	Superoxid-Anion
	<input type="checkbox"/>	Peroxid-Anion
	<input type="checkbox"/>	Hyperoxid-Anion

- 0
-
- 1
-

2-06

Ein Haufen Salz

20 Pt

Eines der wohl wichtigsten Salze ist Natriumchlorid, welches gemeinhin als Kochsalz bekannt ist und bei der Reaktion von elementarem Natrium mit Chlorgas erhalten wird (Reaktion 1). Neben der direkten Verwendung spielt es auch eine wichtige Rolle als Ausgangsstoff für die chemische Industrie: Beim SOLVAY-Verfahren wird Natriumchlorid mit Calciumcarbonat zu Natriumcarbonat und einem einzigen, festen Nebenprodukt umgesetzt (Reaktion 2). Bei der Chloralkali-Elektrolyse wird eine wässrige Kochsalzlösung elektrolysiert, wobei Chlorgas und Wasserstoff entstehen und der pH-Wert der Lösung steigt (Reaktion 3).

a) **Gib** ausgeglichene Reaktionsgleichungen mit Aggregatzuständen für die Reaktionen 1 – 3 an.

<p style="font-size: 24px; margin: 0;">①</p>	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3
<p style="font-size: 24px; margin: 0;">②</p>	
<p style="font-size: 24px; margin: 0;">③</p>	

Die Bildungsreaktion von Natriumchlorid aus Natrium und Chlor setzt sich formal aus einigen Teilschritten zusammen, die im Rahmen des HABER-BORN-Kreisprozesses genauer betrachtet werden.

b) **Vervollständige** das Schema zum HABER-BORN-Kreisprozess, indem du die Ausdrücke aus der rechten Spalte in die passenden Lücken einträgst.

	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2
--	--

c) **Gib** einen Ausdruck für die Gitterenthalpie $\Delta H_{\text{Gitter}}(\text{NaCl})$ von Natriumchlorid in Abhängigkeit der Größen aus Teilaufgabe b) **an**.

- 0

 1

Die Anordnung der Ionen in Salzkristallen folgt festen Regeln und wiederholt sich periodisch, sodass sie durch die kleinstmöglichen sich wiederholenden Einheiten, die Elementarzellen, beschrieben werden können. Besonders häufig sind dabei kubische Elementarzellen, denen ein Würfel als Basisstruktur zugrunde liegt. Abhängig von der genauen Anordnung der Ionen in diesem Würfel werden verschiedene kubische Gittersysteme unterschieden.

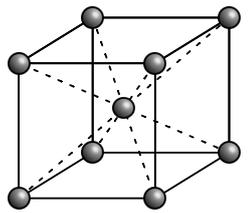
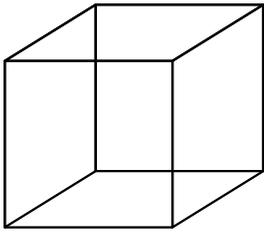
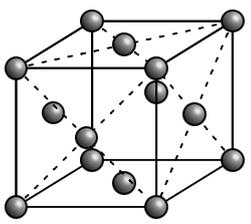
d) **Vervollständige** die folgende Tabelle, indem du die fehlenden Bezeichnungen der kubischen Gittersysteme **angibst** bzw. die Position der Ionen in die Elementarzelle **einzeichnest**. **Gib** zudem für jedes der Gittersysteme die Koordinationszahl, d.h. die Anzahl der nächsten Nachbarn eines Ions, **an**.

- 0

 1

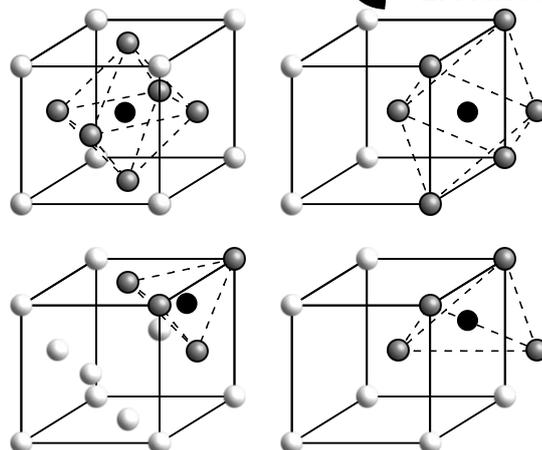
 2

 3

Bezeichnung	Elementarzelle	Koordinationszahl	Für Teilaufgabe e)
			Tetraederlücken: Oktaederlücken:
Kubisch Primitiv			Tetraederlücken: Oktaederlücken:
			Tetraederlücken: Oktaederlücken:

ICHO 2026 in Taschkent, Usbekistan
Übungsklausur 2. Runde

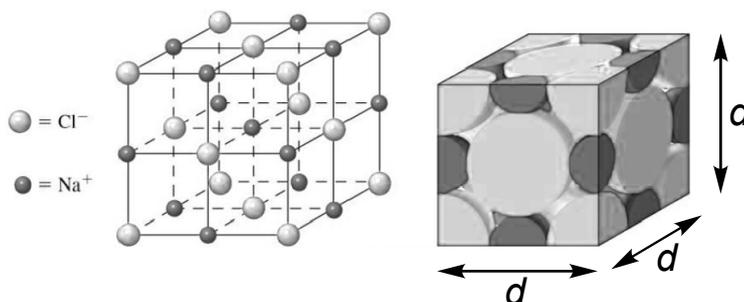
Häufig beobachtet man bei Salzen, dass eine Ionensorte ein kubisches Ionengitter bildet, in dessen Lücken dann eine andere Ionensorte eingelagert wird. Bei kubischen Gittern unterscheidet man dabei abhängig von der Umgebungsgeometrie der Lücke Oktaeder- und Tetraederlücken. Die nebenstehende Abbildung zeigt exemplarisch Oktaederlücken (siehe oben, schwarze Kugel) und Tetraederlücken (unten) in verschiedenen kubischen Gittersystem. Dabei ist jeweils eine Lücke mit idealer Geometrie (links) und eine mit verzerrter Geometrie dargestellt.



e) **Gib** in der Tabelle aus Teilaufgabe d) für jedes der kubischen Gittersysteme **an**, wie viele Tetraederlücken und Oktaederlücken in einer Elementarzelle vorkommen. Zähle dabei Lücken, die sich auf den Ecken, Kanten und Außenflächen der Elementarzelle befinden, nur anteilig.

- 0
- 1
- 2
- 3

Die nebenstehende Abbildung zeigt den Aufbau der kubischen Elementarzelle von Natriumchlorid, deren Gitterkonstante d beträgt. Dabei kann angenommen werden, dass sich die Chlorid- und Natriumionen entlang der Kanten der Elementarzelle berühren.



f) Die Dichte von Natriumchlorid soll berechnet werden. **Vervollständige** den Rechenweg.

i. Nimm an, dass sich die Chlorid- und Natriumionen entlang der Kanten der Elementarzelle berühren und dass die Ionenradien $r_{\text{Cl}^-} = 181 \text{ pm}$ und $r_{\text{Na}^+} = 102 \text{ pm}$ betragen. **Berechne** die Gitterkonstante d .

- 0
- 1

➔ Weiter mit: $d = 550 \text{ pm}$

ii. **Gib an**, wie viele Chlorid- und Natriumionen sich jeweils in der Elementarzelle befinden. Beachte, dass Ionen auf Ecken, Kanten und Außenflächen nur anteilig zu der Elementarzelle zählen.

- 0
- 1

iii. **Berechne** die Masse m_{EZ} und das Volumen V_{EZ} einer Elementarzelle von Natriumchlorid.

- 0

 1

 2

► Weiter mit: $m_{EZ} = 4,20 \cdot 10^{-22}$ g, $V_{EZ} = 1,80 \cdot 10^8$ pm³

iv. **Berechne** die Dichte eines Natriumchlorid-Kristalls in g/cm³.

- 0

 1

Die Festkörperstruktur eines Salzes kann z.B. mittels Röntgenstrukturanalyse aufgeklärt werden. Dabei wird der Kristall mit Röntgenstrahlung der Wellenlänge λ bestrahlt, die Strahlung wird gebeugt und unter gewissen Beugungswinkeln α können Maxima der Intensität der gebeugten Strahlen beobachtet werden. Für Maxima n -Ordnung gilt dabei die BRAGG'sche Gleichung, wobei d der Abstand der Gitterebenen im untersuchten Kristall ist:

$$n \cdot \lambda = 2 \cdot d \cdot \sin(\alpha)$$

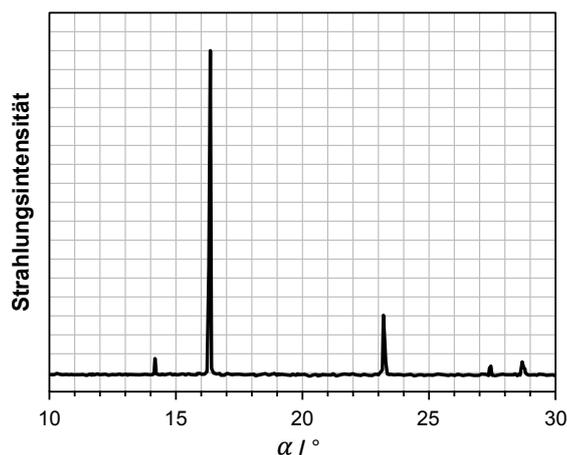
g) Ein Natriumchlorid-Kristall wird auf diese Weise mit Röntgenstrahlung der Wellenlänge $\lambda = 154,2$ pm untersucht, was zum abgebildeten Beugungsmuster führt. **Markiere** im Diagramm den Peak, der zur Gitterkonstante aus Teilaufgabe f) gehört und **bestimme** dessen Ordnung. **Kreuze an**, welchen Ursprung die anderen Peaks haben.

- 0

 1

 2

 3



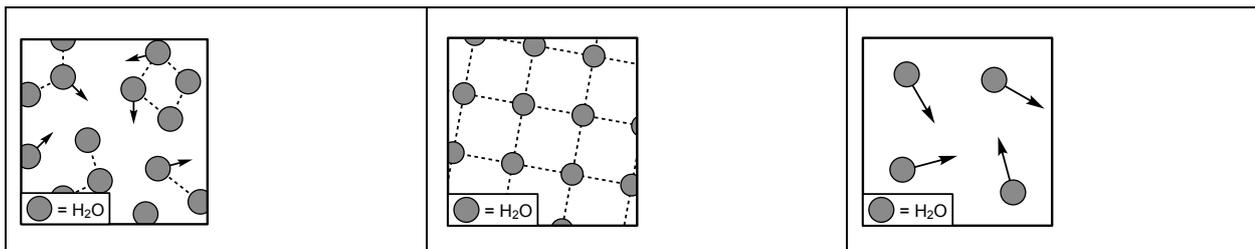
Die anderen Peaks entstehen durch...

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> nicht ganzzahlige Beugungsordnungen. | <input type="checkbox"/> Reflexionen an der Kristalloberfläche. |
| <input type="checkbox"/> andere Gitterebenen, die schief in der Elementarzelle liegen. | <input type="checkbox"/> Röntgenstrahlen, deren Wellenlänge sich durch Brechung geändert hat. |

Wasser kann bekannterweise in den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig existieren, die sich auf Teilchenebene in einem deutlich anderen Verhalten der Wassermoleküle äußern.

a) **Vervollständige** den folgenden Abschnitt zu den Aggregatzuständen von Wasser entsprechend den Anweisungen.

Die Anordnung und Beweglichkeit der einzelnen Teilchen (H_2O -Moleküle) unterscheidet sich zwischen den Aggregatzuständen deutlich, wie in den Abbildungen illustriert ist. **[Ordne** den untenstehenden Abbildungen die Aggregatzustände fest, flüssig und gasförmig **zu.**]



Die verschiedenen Aggregatzustände können einfach ineinander überführt werden. **[Gib** jeweils den Fachbegriff für die beschriebenen Zustandsänderungen **an.**]

Zustandsänderung	Fachbegriff
z. B. Fest → Flüssig	z. B. Schmelzen
Flüssig → Fest	
Gasförmig → Flüssig	
Fest → Gasförmig	

Um den Aggregatzustand zu wechseln, müssen die intermolekularen Kräfte zwischen den Wassermolekülen teilweise überwunden werden. Zu diesen zählen Dipol-Dipol-Kräfte (DD), Van-der-Waals-Wechselwirkungen (VdW) und Wasserstoffbrückenbindungen (HB). **[Kreuze** die Antwort, in der die intermolekularen Kräfte nach zunehmender Stärke sortiert sind, **an.**]

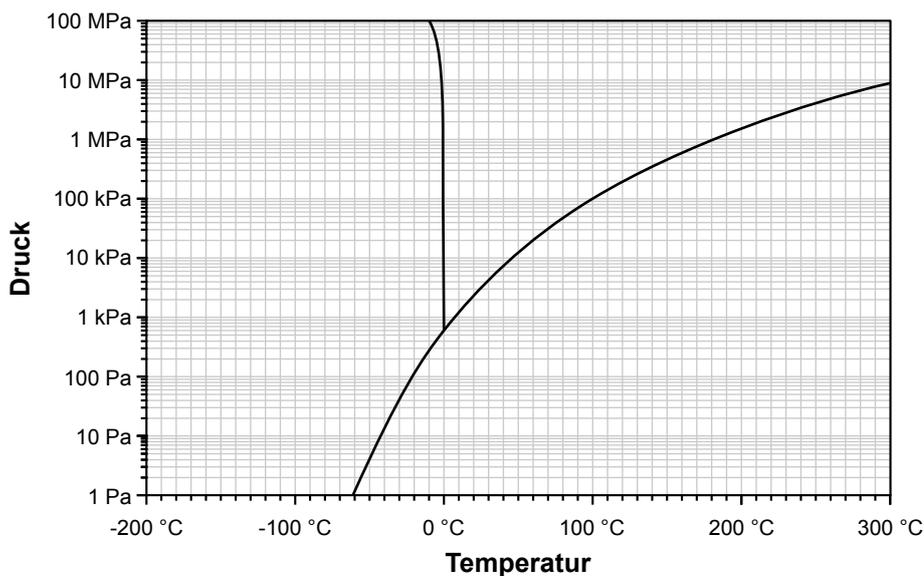
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
DD < VdW < HB	VdW < HB < DD	VdW < DD < HB	HB < DD < VdW

Phasendiagramme sind eine einfache Möglichkeit, um anzugeben, unter welchen Bedingungen (Druck, Temperatur) welcher Aggregatzustand der thermodynamisch stabilste ist.

b) **Vervollständige** den folgenden Abschnitt zum Phasendiagramm von Wasser entsprechend den Anweisungen.

Die Abbildung auf der nächsten Seite zeigt einen Ausschnitt aus dem Phasendiagramm von Wasser. **[Beschrifte** in dem Diagramm den festen, flüssigen und gasförmigen Bereich und **markiere** den Tripelpunkt von Wasser.]

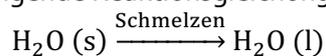
- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4



Am Gipfel der Zugspitze herrscht ein Umgebungsdruck von rund 69 kPa, sodass Wasser dort bei einer niedrigeren Temperatur als normal siedet. **[Bestimme die Siedetemperatur von Wasser auf der Zugspitze. Zeichne dein Vorgehen in das Phasendiagramm ein.]**

Eis kann nur über einem bestimmten Druck schmelzen, da es sonst direkt zu Wasserdampf sublimiert. **[Bestimme den minimalen Druck, bei dem Eis noch schmelzen kann. Zeichne dein Vorgehen in das Phasendiagramm ein.]**

Das Schmelzen von Eis kann formal durch folgende Reaktionsgleichung beschrieben werden:



c) **Berechne** anhand der gegebenen Tabellenwerte die Schmelzenthalpie $\Delta_{\text{fus}}H^\circ$ und Schmelzentropie $\Delta_{\text{fus}}S^\circ$ von Wasser unter Standardbedingungen.

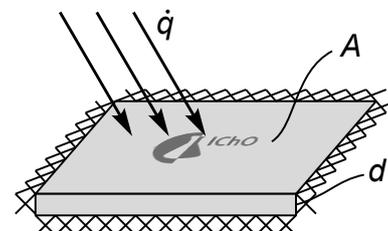
	$\Delta_f H^\circ$ in kJ/mol	S° in J/K · mol
H ₂ O (s)	-291,8	41,0
H ₂ O (l)	-285,8	69,9

- 0
-
- 1
-
- 2
-
- 3
-
- 4

- 0
-
- 1
-
- 2

► Weiter mit: $\Delta_{\text{fus}}H^\circ = 10 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$

Betrachte abschließend eine Eisbahn der Fläche $A = 500 \text{ m}^2$ und der Dicke $d = 8 \text{ cm}$, der durch Sonnenschein ein flächenbezogener Wärmestrom von $\dot{q} = 50 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ zugeführt wird. Du kannst annehmen, dass sich die Temperatur des Eises nicht ändert und die aufgenommene Wärme vollständig in das Schmelzen von Eis fließt.



d) Die Dickenänderung der Eisschicht Δd_{Eis} soll berechnet werden. **Vervollständige** den Rechenweg.

i. **Vervollständige** die Energiebilanz für die Eisbahn, indem du die physikalisch sinnvollen Vorzeichen in die Lücken schreibst.

Hinweis: Da das Eis schmilzt, gilt definitionsgemäß $\Delta n_{\text{Eis}} \leq 0$.

$$0 = \underline{\quad} \dot{q} \cdot A \cdot t \underline{\quad} \Delta n_{\text{Eis}} \cdot \Delta_{\text{fus}}H^\circ$$

ii. **Berechne** die Stoffmenge des Eises Δn_{Eis} , das innerhalb eines Tages ($t = 12 \text{ h}$ Sonnenschein) schmilzt.

► Weiter mit: $\Delta n_{\text{Eis}} = -2,0 \cdot 10^5 \text{ mol}$

iii. **Berechne** die zugehörige Änderung der Dicke der Eisschicht Δd_{Eis} . Verwende dabei $\rho_{\text{Eis}} = 918 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ als die Dichte von Eis.

0

 1

0

 1

0

 1

 2

2-06

Gasgesetze – Das wäre doch gelacht!

20 Pt

Lachgas, chemisch betrachtet Distickstoffmonoxid (N_2O), wird seit dem 19. Jahrhundert in der Medizin als Narkosemittel eingesetzt, findet neuerdings aber auch z.B. in der Raketentechnik oder als Partydroge Anwendung.

a) Zeichne zwei mesomere Grenzstrukturen von Lachgas.	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<div style="border: 1px solid black; height: 100px;"></div>	

Da Lachgas bei Raumtemperatur und Atmosphärendruck ein Gas ist, kann es annähernd durch das ideale Gasgesetz beschrieben werden.

b) Welche Annahmen werden beim idealen Gasgesetz getroffen? Kreuze alle richtigen Antworten an .	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/> Gasteilchen besitzen kein Eigenvolumen.	
<input type="checkbox"/> Gasteilchen werden als masselose Punkte betrachtet.	
<input type="checkbox"/> Gasteilchen üben keine abstoßenden, jedoch anziehende Kräfte aufeinander aus.	
<input type="checkbox"/> Gasteilchen üben weder anziehende noch abstoßende Kräfte aufeinander aus.	
<input type="checkbox"/> Zwischen Gasteilchen können elastische Stöße ablaufen.	
<input type="checkbox"/> Gasteilchen können nicht miteinander kollidieren.	

Für die Anästhesie während kleinerer Eingriffe kann MEOPA, eine äquimolare Mischung aus Lachgas und Sauerstoff, eingesetzt werden. Bei einer erwachsenen Person werden dabei bis zu 10 Liter MEOPA pro Minute verbraucht.

c) Berechne die mittlere molare Masse von MEOPA, M_{MEOPA} .	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<div style="border: 1px solid black; height: 150px;"></div>	
➔ Weiter mit: $M_{MEOPA} = 40 \frac{g}{mol}$	

d) **Berechne** die Masse von MEOPA, die während einer 15 Minuten andauernden Anästhesie verbraucht wird, wenn der Verbrauch von MEOPA konstant 10 L/min beträgt. Die Anästhesie wird bei einer Temperatur von $\vartheta = 20\text{ °C}$ und Atmosphärendruck ($p = 1013,25\text{ hPa}$) durchgeführt.

- 0
-
- 1
-
- 2
-

Eine genauere Beschreibung des Zustandsverhaltens eines Gases liefert die kubische VAN-DER-WAALS-Gleichung, welche das Realverhalten mithilfe der stoffabhängigen Konstanten a und b berücksichtigt:

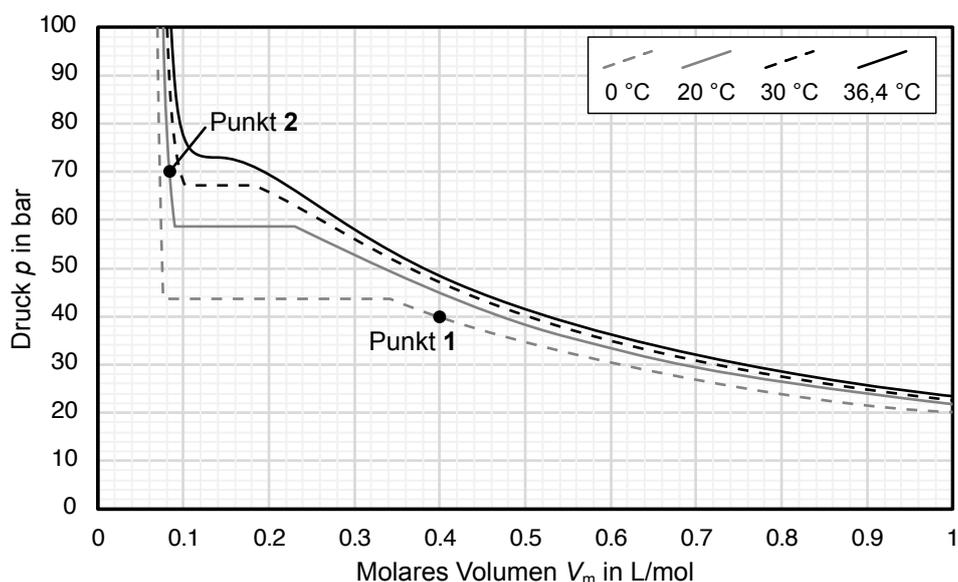
$$\left(p + \frac{a}{V_m^2}\right) \cdot (V_m - b) = R \cdot T$$

Für Lachgas besitzen die VAN-DER-WAALS-Parameter folgende Werte: $a = 3,83 \frac{\text{bar} \cdot \text{L}^2}{\text{mol}^2}$ und $b = 4,41 \cdot 10^{-2} \frac{\text{L}}{\text{mol}}$.

e) **Löse** die Van-der-Waals-Gleichung nach dem Druck p auf und berechne, wie groß der Druck sein muss, damit Lachgas bei einer Temperatur von $\vartheta = 20\text{ °C}$ ein molares Volumen von $V_m = 20 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$ einnimmt.

- 0
-
- 1
-

Das folgende Diagramm zeigt für Lachgas einige Isothermen, also den Verlauf des Drucks bei konstanten Temperaturen in Abhängigkeit des molaren Volumens. Während diese im Allgemeinen dem Zusammenhang der VAN-DEER-WAALS-Gleichung folgen, verlaufen manche Isothermen in einem bestimmten Bereich horizontal. Dies kann physikalisch damit erklärt werden, dass ein Phasenübergang zwischen Gas und Flüssigkeit durchlaufen wird.



f) **Kreuze** alle Antworten **an**, die die Zustandsänderung von Punkt 1 zu Punkt 2 treffend beschreiben.

<input type="checkbox"/>	Die Temperatur sinkt.	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1
<input type="checkbox"/>	Die Temperatur steigt.	
<input type="checkbox"/>	Es handelt sich um eine Verdampfung.	
<input type="checkbox"/>	Es handelt sich um eine Kondensation.	

Aus den Isothermen können einige Eigenschaften eines Gases, wie z.B. der Dampfdruck bei einer bestimmten Temperatur, der Siedepunkt bei einem bestimmten Druck oder die Lage des kritische Punkts bestimmt werden.

g) **Bestimme** anhand der gegebenen Isothermen den kritischen Druck p_k sowie die kritische Temperatur ϑ_k von Lachgas.

0

 1

h) **Bestimme** anhand der gegebenen Isothermen die Siedetemperatur ϑ_s von Lachgas bei einem Druck von $p = 44$ bar.

0

Zu medizinischen Zwecken wird reines Lachgas in Druckflaschen verkauft. Eine Flasche mit einem Volumen von $V_{\text{Flasche}} = 50 \text{ L}$ enthält dabei $m_{\text{N}_2\text{O}} = 20 \text{ kg}$ Lachgas und wird bei einer Temperatur von $\vartheta = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ gelagert.

i) Der Zustand des Lachgases in der Flasche soll untersucht werden. Vervollständige den Rechenweg.	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1						
i. Berechne das molare Volumen V_m des Lachgases in der Flasche.							
<p>➤ Weiter mit: $V_m = 0,15 \frac{\text{L}}{\text{mol}}$</p>							
ii. Bestimme mithilfe der gegebenen Isothermen den Druck in der Gasflasche.	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1						
iii. Liegt das Lachgas in der Flasche nur als Flüssigkeit, nur als Gas oder als Mischung von beiden vor? Kreuze die richtige Antwort an .	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1						
<table border="1" style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/></td> <td style="width: 33%; text-align: center; padding: 5px;"><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Nur Flüssigkeit</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Nur Gas</td> <td style="text-align: center; padding: 5px;">Mischung aus Flüssigkeit und Gas</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Nur Flüssigkeit	Nur Gas	Mischung aus Flüssigkeit und Gas	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>					
Nur Flüssigkeit	Nur Gas	Mischung aus Flüssigkeit und Gas					
iv. Durch Sonneneinstrahlung erwärmt sich die Flasche auf $\vartheta' = 30 \text{ }^\circ\text{C}$. Dabei entweicht Lachgas durch ein Sicherheitsventil, das den Druck in der Flasche auf $p_{\text{max}} = 65 \text{ bar}$ beschränkt. Berechne , welche Masse an Lachgas bei diesem Vorgang aus der Flasche entweicht.	<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> 2						

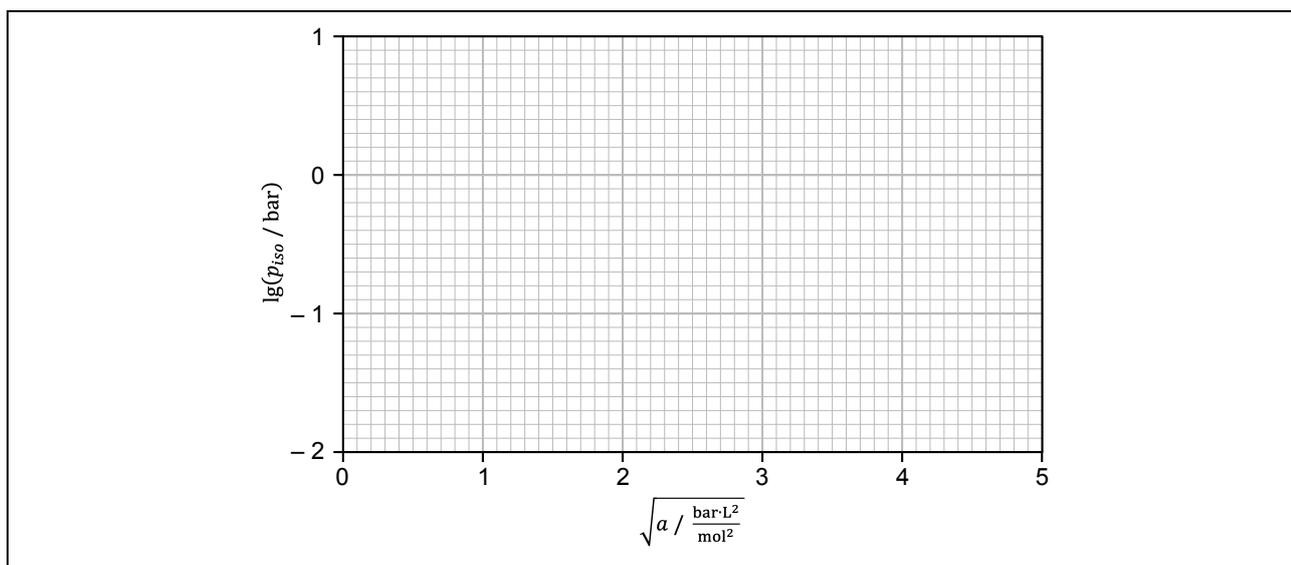
Interessanterweise besitzt die VAN-DER-WAALS-Gleichung bei narkotischen Gasen noch eine weitere Anwendung: Zwischen dem VAN-DER-WAALS-Parameter a und der Effektivität eines Gases als Narkosemittel besteht eine direkte Korrelation. Die Effektivität wird dabei durch den isonarkotischen Druck p_{iso} gemessen, welcher den jeweils benötigten Druck angibt, um eine vergleichbar starke Anästhesie hervorzurufen. Die konkrete Korrelation kann folgendermaßen ausgedrückt werden, wobei A und B zu bestimmende Konstanten sind:

$$\lg(p_{\text{iso}} / \text{bar}) = A \cdot \sqrt{a / \frac{\text{bar} \cdot \text{L}^2}{\text{mol}^2}} + B$$

Die nebenstehende Tabelle zeigt Werte, die für ausgewählte Gase ermittelt werden konnten.

Gas	$p_{\text{iso}} / \text{bar}$	$a / \frac{\text{bar} \cdot \text{L}^2}{\text{mol}^2}$
Krypton	3,9	2,6
Xenon	1,1	4,1
Cyclopropan	$1,0 \cdot 10^{-1}$	8,6
Halothan	$1,6 \cdot 10^{-2}$	14,8

j) **Trage** die Wertepaare aus der Tabelle in das gegebene Diagramm **ein**.



- 0
-
- 1
-
- 2

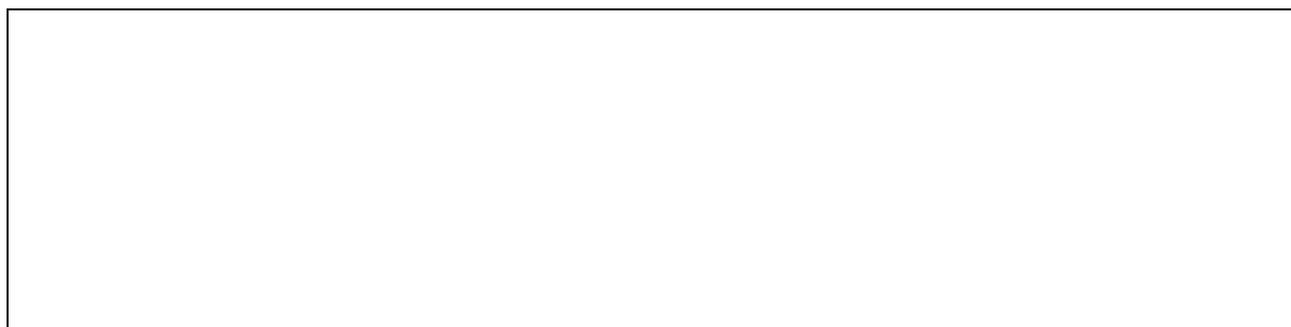
k) **Zeichne** in das Diagramm aus Teilaufgabe j) eine Ausgleichsgerade **ein** und bestimme die Werte der Konstanten A und B .



➔ Weiter mit: $A = -0,9$, $B = 2,0$

- 0
-
- 1
-

l) **Schätze** rechnerisch den isonarkotischen Druck von Lachgas **ab**.



- 0
-
- 1
-