

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA
INSTITUTIONEN FÖR KEMI- OCH BIOTEKNIK

Skrivning i Termodynamik/Kinetik och i Biokemi
för Bt1 (KOO041), K1 (KOO042) och Kf1 (KOO081)

Torsdag 121220
08:00-12:00

Termodynamik/kinetik: lämna in alla beräkningar på separata blad
Biokemi: lämna in frågebladet med inringade svar

Skriv namn, program och personnummer på alla inlämnade blad.

Namn

Program

Personnummer

Del 1. Termodynamik/Kinetik (30p)

Instruktioner: Egen miniräknare av valfri typ. För godkänt krävs minst 15 poäng (ett bonuspoäng). För VG (tre bonuspoäng) krävs minst 22 poäng och för MVG (fem bonuspoäng) krävs minst 25 poäng. Alla lösningar och svar skall motiveras och lämnas in på utdelade papper.

1. Myrsyra HCOOH har $pK_a = 3.75$.

- a) 4.6 g myrsyra löses i 1 liter vatten. Vad blir pH? (5 p)
b) 5 ml av 0.150M NaOH sätts till 25ml av lösningen i a). Vad blir pH? (5p)

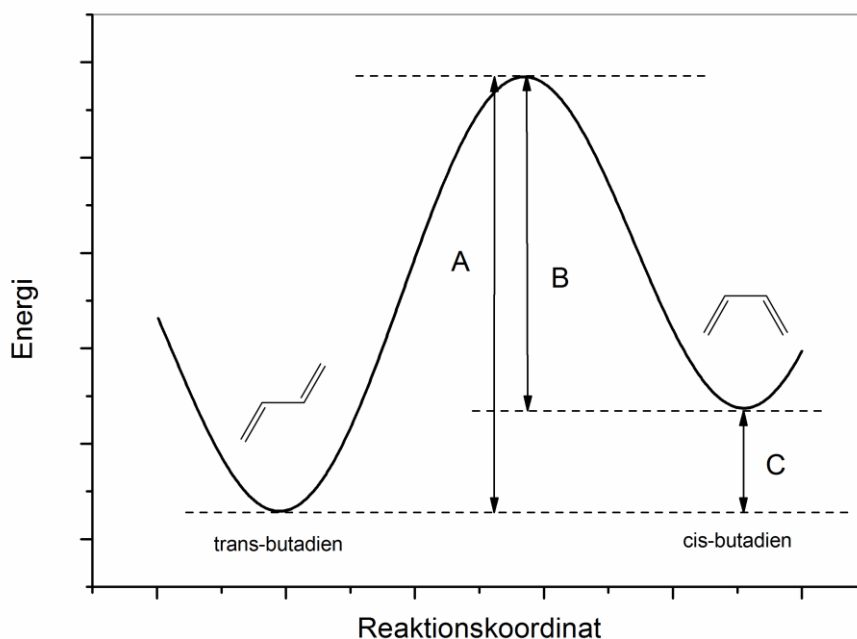
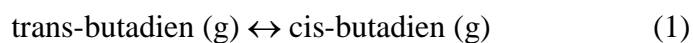
2. Du löser saltet $PbBr_2$ i vatten vid $25^\circ C$.

- a) Vad blir koncentrationen av blyjoner och bromidjoner vid jämvikt?
Löslighetsprodukten för $PbBr_2$ är $K_{sp} = 7.9 \cdot 10^{-5}$ (3p)
b) Beräkna ΔH_r° och ΔS_r° för upplösningen vid $25^\circ C$ (3p)
c) Kommer det omgivande vattnet bli kallare eller varmare då $PbBr_2$ löses?
Varför ökar entropin då saltet löses? (2p)
d) Vilket osmotiskt tryck kommer jämvikts-lösningen ha vid $25^\circ C$? (2p)

Tabell 1. Termodynamiska data (298K)

	ΔH_f° (kJ/mol)	S_m° (J/K/mol)
$PbBr_2(s)$	-278.7	161.5
$Pb^{2+}(aq)$	-1.7	10.5
$Br^-(aq)$	-121.55	82.4

3. Figuren nedan visar schematiskt energiprofilen då trans-butadien omvandlas till cis-konformationen.



- Vilken av energi-skillnaderna A, B och C styr hur koncentrationerna av cis och trans fördelas vid jämvikt? Hur påverkar de två andra energierna reaktionen (1)? (2p)
- För butadien är $C = 9.6 \text{ kJ/mol}$ och $A = 21 \text{ kJ/mol}$. Vad är värdet på B? (1p)
- Vid 300 K är jämviktsfördelningen 2 % cis och 98 % trans. Vad är jämviktskonstanten för reaktionen (1) vid 300 K? (2p)
- Om hastighetskonstanten för reaktionen $\text{trans} \rightarrow \text{cis}$ är $2.3 \cdot 10^9 \text{ s}^{-1}$ vid 300K, vad är då hastighetskonstanten för reaktionen $\text{cis} \rightarrow \text{trans}$ vid 300 K? (2p)
- Vad är hastighetskonstanten för reaktionen $\text{trans} \rightarrow \text{cis}$ vid 450 K? (2p)
- Åt vilket håll (ökar/minskar) ändras jämviktskonstanten, jämviktsläget (dvs relativa halter av cis och trans) och de båda reaktionshastigheterna om temperaturen ökas? (1p)

Del 2. Biokemi (50p)

(för Bt, K och Kf som valt Biokemi)

Instruktioner: Det finns 50 delfrågor/påståenden som har svaret Ja eller Nej. Ringa in ditt val invid varje fråga. Rätt val ger 1 poäng på delfrågan, fel val ger 0 poäng. För godkänt krävs minst 40 poäng och för VG (ett bonuspoäng) krävs 47 poäng.

1. Vad är sant om ATP?

- | | | |
|--|----|-----|
| a. Det frigörs energi när ATP bildas | Ja | Nej |
| b. Det går åt energi när ATP bildas | Ja | Nej |
| c. ATP-bildningsprocessen kallas fosforylering | Ja | Nej |
| d. ATP-bildning sker i hög grad i cellkärnan | Ja | Nej |
| e. ATP-bildning sker i hög grad i kloroplaster | Ja | Nej |

2. Vad är sant om glykolysen?

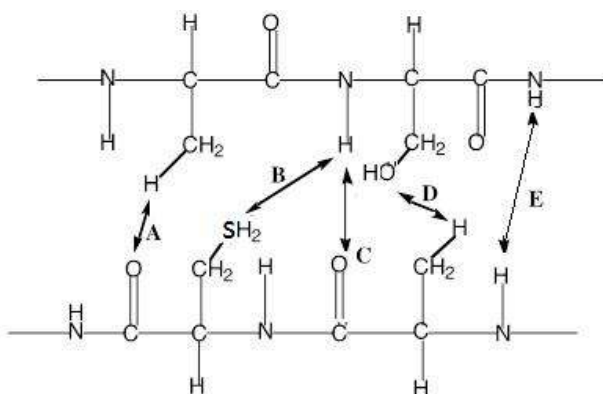
- | | | |
|-------------------------------------|----|-----|
| a. En av slutprodukterna är pyruvat | Ja | Nej |
| b. En av slutprodukterna är citrat | Ja | Nej |
| c. En av slutprodukterna är ATP | Ja | Nej |
| d. Den sker i cellkärnan | Ja | Nej |
| e. Den sker i mitokondrierna | Ja | Nej |

3. Vad är sant om anabolismen?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. Den är en reduktiv process | Ja | Nej |
| b. I den bildas mycket ATP | Ja | Nej |
| c. Anabolismen är den del av metabolismen där det sker syntes av biomolekyler | Ja | Nej |
| d. I anabolismen används NADPH i hög grad | Ja | Nej |
| e. Anabolism finns i alla typer av celler | Ja | Nej |

4. Vad är sant om ett enzyms aktiva säte?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. Det består av ett bindningssäte och ett katalytiskt säte i samverkan | Ja | Nej |
| b. Det aktiva sätet finns oftast placerat i mitten av enzymmolekylen | Ja | Nej |
| c. Inbindning av substrat är en jämviktsreaktion | Ja | Nej |
| d. Alla typer av molekyler kan binda till det aktiva sätet | Ja | Nej |
| e. Substratet binds in med kovalenta bindningar | Ja | Nej |

5. Vilka atompar (A-E) i de två peptidkedjorna i figuren kan vätebinda till varandra?

- | | | |
|-----------|----|-----|
| A: | Ja | Nej |
| B: | Ja | Nej |
| C: | Ja | Nej |
| D: | Ja | Nej |
| E: | Ja | Nej |

6. Vad är sant om kolhydrater

- | | | |
|---|----|-----|
| a. De innehåller en eller flera syra-grupper | Ja | Nej |
| b. De innehåller en eller flera hydroxylgrupper | Ja | Nej |
| c. De innehåller bara kol och väte | Ja | Nej |
| d. Ribos är en sockerart som ingår i DNA | Ja | Nej |
| e. Deoxy-ribos är en sockerart som ingår i DNA | Ja | Nej |

7. Vad är sant om biologiska makromolekyler?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. De är polymerer med kovalenta bindningar mellan monomererna | Ja | Nej |
| b. Makromolekyler bildas genom hydrolys | Ja | Nej |
| c. De viktigaste makromolekylerna är DNA, lipider och proteiner | Ja | Nej |
| d. Proteiner innehåller fyra slags monomerer | Ja | Nej |
| e. DNA innehåller fyra slags monomerer | Ja | Nej |

8. Vad är sant om DNA-molekylen i den vanliga dubbelspiral-formen?

- | | | |
|--|----|-----|
| a. Kvävebaserna vätebinder till andra baser som sitter på samma kedja ("strand") | Ja | Nej |
| b. Kvävebaserna vätebinder till baserna på den motsatta kedjan ("strand") | Ja | Nej |
| c. Kvävebaserna vätebinder till fosfatgrupperna | Ja | Nej |
| d. Kvävebaserna packar sig plant i förhållande till varandra i DNA molekylen | Ja | Nej |
| e. Kvävebaserna packar sig vinkelrätt mot varandra i DNA molekylen | Ja | Nej |

9. Vad är sant om cellmembranet?

- | | | |
|--|----|-----|
| a. Består av fosfolipider och proteiner | Ja | Nej |
| b. Består av fosfolipider och nukleinsyror | Ja | Nej |
| c. Är arrangerat som ett dubbel-lager där det finns fosfolipider i båda lagren | Ja | Nej |
| d. Är arrangerat som ett dubbel-lager där det ena lagret består av fosfolipider och det andra av proteiner | Ja | Nej |
| e. Då fria lipider bildar ett membran så sjunker vattnets entropi. | Ja | Nej |

10. Vad är sant om syntesen av ett protein utifrån aminosyror?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. Vatten förbrukas när två aminosyror reagerar | Ja | Nej |
| b. Fosfatjoner frisätts när två aminosyror reagerar | Ja | Nej |
| c. Peptid-gruppen innehåller C, N, O och H och är plan. | Ja | Nej |
| d. Peptid-gruppen är ingen dipol | Ja | Nej |
| e. RNA är ett enzym som katalyserar proteinsyntesen | Ja | Nej |

Namn

Program

Person-nummer

KONSTANTER OCH OMRÄKNINGSFAKTORER

Internationellt rekommenderade värden baserade på mätresultat tillgängliga 1986

$$c = 2.99792 \cdot 10^8 \text{ m s}^{-1}$$

$$h = 6.6261 \cdot 10^{-34} \text{ J s}$$

$$N_A = 6.0221 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$$

$$e = 1.6022 \cdot 10^{-19} \text{ C}$$

$$F = 96485 \text{ C mol}^{-1} = 96.485 \text{ kJ V}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$m_e = 9.10939 \cdot 10^{-31} \text{ kg} = 5.48580 \cdot 10^{-4} \text{ u}$$

$$m_p = 1.67262 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00728 \text{ u}$$

$$m_n = 1.67493 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 1.00866 \text{ u}$$

$$R = 8.3145 \text{ J K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 0.083145 \text{ l bar K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$= 0.082058 \text{ l atm K}^{-1} \text{ mol}^{-1} = 62.364 \text{ l Torr K}^{-1} \text{ mol}^{-1}$$

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa} = 10^5 \text{ N m}^{-2}$$

$$1 \text{ atm} = 1.01325 \text{ bar} = 101.325 \text{ kPa}$$

$$1 \text{ Torr} = 1/760 \text{ atm} = 1.333224 \text{ mbar} = 133.3224 \text{ Pa}$$

$$1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$$

$$1 \text{ l} = 10^{-3} \text{ m}^3$$

$$0 \text{ }^\circ\text{C} = 273.15 \text{ K}$$

Ekvivalenta energier

E/kJ mol ⁻¹	E/kcal mol ⁻¹	E/eV	E/J	T/K	vågta/cm ⁻¹
1	0.23901	0.010364	1.6605·10 ⁻²¹	120.27	83.59
4.1840	1	4.3364·10 ⁻²	6.948·10 ⁻²¹	503.2	349.8
96.49	23.061	1	1.6022·10 ⁻¹⁹	1.1604·10 ⁴	8066
6.022·10 ²⁰	1.4393·10 ²⁰	6.242·10 ¹⁸	1	7.243·10 ²²	5.034·10 ²²
8.314·10 ⁻³	1.9872·10 ⁻³	8.617·10 ⁻⁵	1.3807·10 ⁻²³	1	0.6950
1.196·10 ⁻²	2.859·10 ⁻³	1.240·10 ⁻⁴	1.986·10 ⁻²³	1.439	1

Formler

$$H = U + PV \quad G = H - TS$$

$$\Delta U = q + w \quad dw = -P_{\text{ex}}dV \quad C = q/\Delta T \quad C_p = C_v + nR \quad q_p = \Delta H_r$$

$$\Delta S = q_{\text{rev}}/T \quad \Delta S = C_p \ln(T_f/T_i) + nR \ln(V_f/V_i)$$

$$\ln(P_2/P_1) = (\Delta H^\circ_{\text{vap}}/R) \cdot (1/T_1 - 1/T_2) \quad \Delta H^\circ_{\text{vap}} = T_b \cdot \Delta S^\circ_{\text{vap}}$$

$G_i = G_i^\circ + RT \cdot \ln a_i$; ämnet i har aktiviteten $a_i = P_i/P^\circ$ (gaser) eller $[i]/c^\circ$ (ämnen i utspädd lösning) eller x_i (blandningar). För rena kondenserade faser är $a_i = 1$.

$$\Delta_r G = \Delta_r G^\circ + RT \ln Q \quad \Delta_r G^\circ = -RT \ln K$$

$$P_i = x_i \cdot P_i(\text{ren}) \text{ (Raoult's lag)}$$

$$s = k_H \cdot P \text{ (Henry's lag)}$$

$$\Delta T_f = i k_f \cdot [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg} \quad \Delta T_b = i k_b \cdot [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/kg}$$

$$\Pi = iRT \cdot [a], \text{ där } [a] \text{ uttrycks i mol/dm}^3$$

Unik hastighet $r = 1/a \cdot d[A]/dt = 1/b \cdot d[B]/dt = \dots$

$$-d[A]/dt = k[A]: \quad [A](t) = [A]_0 \exp(-kt) \quad t_{1/2} = \ln 2/k$$

$$-d[A]/dt = k[A]^2: \quad 1/[A](t) = 1/[A]_0 + kt \quad t_{1/2} = 1/(k[A]_0)$$

$$k = A \exp(-E_a/RT)$$

$$K = k_f/k_b$$

ATOMVIKTER

aluminium	26,98154	magnesium	24,305
antimon	121,75	mangan	54,9380
argon	39,948	molybden	95,94
arsenik	74,9216	natrium	22,98977
barium	137,34	neodym	144,24
beryllium	9,01218	neon	20,179
bly	207,2	nickel	58,71
bor	10,81	niob	92,9064
brom	79,904	osmium	190,2
cerium	140,12	palladium	106,4
cesium	132,9054	platina	195,09
dysprosium	162,50	praseodym	140,9077
erbium	167,26	rhenium	186,2
europium	151,96	rodium	102,9055
fluor	18,99840	rubidium	85,4678
fosfor	30,97376	rutenium	101,07
gadolinium	157,25	samarium	150,4
gallium	69,72	selen	78,96
germanium	72,59	silver	107,868
guld	196,9665	skandium	44,9559
hafnium	178,49	strontium	87,62
helium	4,00260	svavel	32,06
holmium	164,9304	syre	15,9994
indium	114,82	tallium	204,37
iridium	192,22	tantal	180,9479
jod	126,9045	tellur	127,60
järn	55,847	tenn	118,69
kadmium	112,40	terbium	158,9254
kalций	40,08	titan	47,90
kalium	39,098	torium	232,0381
kisel	28,086	tulium	168,9342
klor	35,453	uran	238,029
kobolt	58,9332	vanadin	50,9414
kol	12,011	vismut	208,9804
koppar	63,546	volfram	183,85
krom	51,996	väte	1,0079
krypton	83,80	xenon	131,30
kvicksilver	200,59	ytterbium	173,04
kväve	14,0067	yttrium	88,9059
lantan	138,9055	zink	65,38
litium	6,941	zirkonium	91,22
lutetium	174,9		

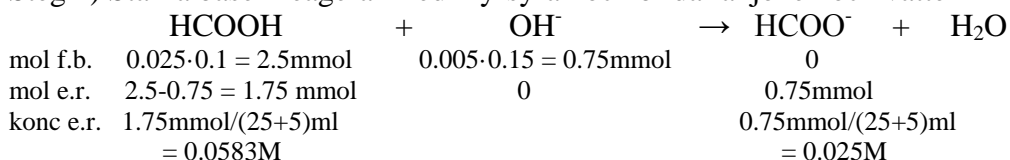
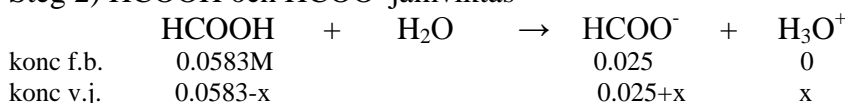
Lösningförslag**1)**

a) $c_o = (4.6\text{g}/46\text{g/mol})/1 \text{ liter} = 0.1\text{M}$; $K_a = 1.8 \cdot 10^{-4}$

$K_a = x^2/(c_o - x) \approx x^2/c_o$ så $x = (K_a c_o)^{1/2}$ och $\text{pH} = -\log[(1.8 \cdot 10^{-4} \cdot 0.1)^{1/2}] = 2.37$

b) Titreringen tas i två steg.

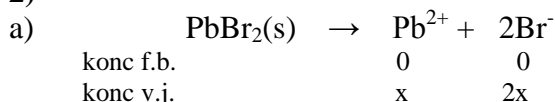
Steg 1) Starka basen reagerar med myrsyra och bildar anjonen och vatten

Steg 2) HCOOH och HCOO^- jämviktas

$K_a = (0.025+x) \cdot x / (0.0583-x) \approx (0.025) \cdot x / (0.0583)$ som ger $x = 0.000420\text{M}$ och $\text{pH} = 3.38$.

Antagandet att $x \ll 0.025$ är OK.

(eller med Henderson-Hasselbalch direkt $\text{pH} = \text{p}K_a + \log(0.025/0.0583) = 3.38$)

2)

$K_{\text{sp}} = x \cdot (2x)^2 = 4x^3$ så $x = (K_{\text{sp}}/4)^{1/3} = (7.9 \cdot 10^{-5}/4)^{1/3} = 0.027\text{M}$, så $[\text{Pb}^{2+}] = 0.027 \text{ M}$ och $[\text{Br}^-] = 0.054 \text{ M}$.

b) $\Delta H_f^\circ = \Delta H_f^\circ(\text{Pb}^{2+}) + 2\Delta H_f^\circ(\text{Br}^-) - \Delta H_f^\circ(\text{PbBr}_2) = -1.7 + 2 \cdot (-121.55) - (-278.7) = 33.9 \text{ kJ/mol}$

$\Delta S_r^\circ = S_m^\circ(\text{Pb}^{2+}) + 2S_m^\circ(\text{Br}^-) - S_m^\circ(\text{PbBr}_2) = 10.5 + 2 \cdot (82.4) - (161.5) = 13.8 \text{ J/K/mol}$

c) $\Delta H_f^\circ > 0$ visar att reaktionen är endoterm, så vattnet kommer kylas. Entropin ökar eftersom jonerna kan röra sig friare i vattnet än i jon-kristallen (men lösningsmedlets entropi minskar eftersom jonerna binder till sig vatten-molekyler)d) Osmotiska trycket ges av $\Pi = iRT \cdot [a]$, där molära koncentration av upplösta saltet är $[a] = 0.027 \text{ M}$, och där $i = 3$ för det bildas tre partiklar då saltet PbBr_2 löses i vatten. Då blir $\Pi = 3 \cdot 8.314 \text{ J/K/mol} \cdot 298 \text{ K} \cdot 0.027 \cdot 10^3 \text{ mol/m}^3 = 200700 \text{ Pa} = 1.99 \text{ atm}$ **3**

a) C påverkar jämviktskonstanten. A och B påverkar hastigheterna i fram respektive bakåtreaktionerna.

b) $B = A - C = 11.4 \text{ kJ/mol}$ ($\Delta H^\circ = E_a(\text{trans} \rightarrow \text{cis}) - E_a(\text{cis} \rightarrow \text{trans})$)

c) $K = [\text{cis}]/[\text{trans}] = 0.02/0.98 = 0.0204$

d) $K = k_f/k_b \Rightarrow k(\text{cis} \rightarrow \text{trans}) = 2.3 \cdot 10^9 / 0.0204 = 1.13 \cdot 10^{11} \text{ s}^{-1}$

e) $k = A \exp(-E_a/RT) \Rightarrow k(450 \text{ K}) = k(300 \text{ K}) \exp(-(21 \cdot 10^3 / 8.314) \cdot (1/450 - 1/300)) = 16.6 \cdot k(300 \text{ K}) = 3.8 \cdot 10^{10} \text{ s}^{-1}$.

f) K ökar, andelen cis ökar (andelen trans minskar), och båda hastigheterna ökar om T ökar.

1. Vad är sant om ATP?

- a. Det frigörs energi när ATP bildas Ja **Nej**
- b. Det går åt energi när ATP bildas Ja **Nej**
- c. ATP-bildningsprocessen kallas fosforylering Ja **Nej**
- d. ATP-bildning sker i hög grad i cellkärnan Ja **Nej**
- e. ATP-bildning sker i hög grad i kloroplaster Ja **Nej**

2. Vad är sant om glykolysen?

- a. En av slutprodukterna är pyruvat Ja **Nej**
- b. En av slutprodukterna är citrat Ja **Nej**
- c. En av slutprodukterna är ATP Ja **Nej**
- d. Den sker i cellkärnan Ja **Nej**
- e. Den sker i mitokondrierna Ja **Nej**

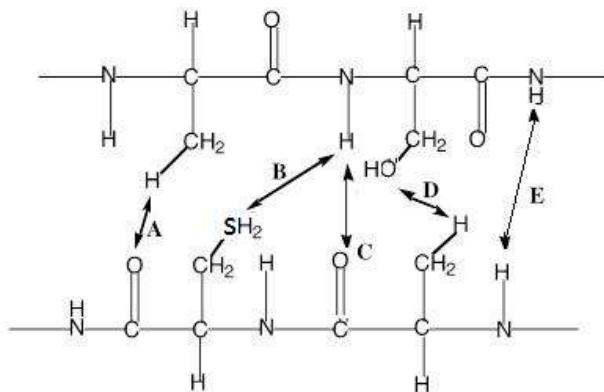
3. Vad är sant om anabolismen?

- a. Den är en reduktiv process Ja **Nej**
- b. I den bildas mycket ATP Ja **Nej**
- c. Anabolismen är den del av metabolismen där det sker syntes av biomolekyler Ja **Nej**
- d. I anabolismen används NADPH i hög grad Ja **Nej**
- e. Anabolism finns i alla typer av celler Ja **Nej**

4. Vad är sant om ett enzyms aktiva säte?

- a. Det består av ett bindningssäte och ett katalytiskt säte i samverkan Ja **Nej**
- b. Det aktiva sätet finns oftast placerat i mitten av enzymmolekylen Ja **Nej**
- c. Inbindning av substrat är en jämviktsreaktion Ja **Nej**
- d. Alla typer av molekyler kan binda till det aktiva sätet Ja **Nej**
- e. Substratet binds in med kovalenta bindningar Ja **Nej**

5. Vilka atompar (A-E) i de två peptidkedjorna i figuren kan vätebinda till varandra?



- A: Ja **Nej**
- B: Ja **Nej**
- C: Ja **Nej**
- D: Ja **Nej**
- E: Ja **Nej**, ty i plana peptidgruppen är N dubbelbundet till syret och saknar fria elektronpar och kan inte ta emot en vätebindning.

6. Vad är sant om kolhydrater

- a. De innehåller en eller flera syra-grupper Ja **Nej**
- b. De innehåller en eller flera hydroxylgrupper Ja **Nej**
- c. De innehåller bara kol och väte Ja **Nej**
- d. Ribos är en sockerart som ingår i DNA Ja **Nej**
- e. Deoxy-ribos är en sockerart som ingår i DNA Ja **Nej**

7. Vad är sant om biologiska makromolekyler?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. De är polymerer med kovalenta bindningar mellan monomererna | Ja | Nej |
| b. Makromolekyler bildas genom hydrolys | Ja | Nej |
| c. De viktigaste makromolekylerna är DNA, lipider och proteiner | Ja | Nej |
| d. Proteiner innehåller fyra slags monomerer | Ja | Nej |
| e. DNA innehåller fyra slags monomerer | Ja | Nej |

8. Vad är sant om DNA-molekylen i den vanliga dubbelspiral-formen?

- | | | |
|--|----|-----|
| a. Kvävebaserna vätebinder till andra baser som sitter på samma kedja ("strand") | Ja | Nej |
| b. Kvävebaserna vätebinder till baserna på den motsatta kedjan ("strand") | Ja | Nej |
| c. Kvävebaserna vätebinder till fosfatgrupperna | Ja | Nej |
| d. Kvävebaserna packar sig plant i förhållande till varandra i DNA molekylen | Ja | Nej |
| e. Kvävebaserna packar sig vinkelrätt mot varandra i DNA molekylen | Ja | Nej |

9. Vad är sant om cellmembranet?

- | | | |
|--|----|-----|
| a. Består av fosfolipider och proteiner | Ja | Nej |
| b. Består av fosfolipider och nukleinsyror | Ja | Nej |
| c. Är arrangerat som ett dubbel-lager där det finns fosfolipider i båda lagren | Ja | Nej |
| d. Är arrangerat som ett dubbel-lager där det ena lagret består av fosfolipider och det andra av proteiner | Ja | Nej |
| e. Då fria lipider bildar ett membran så sjunker vattnets entropi. | Ja | Nej |

10. Vad är sant om syntesen av ett protein utifrån aminosyror?

- | | | |
|---|----|-----|
| a. Vatten förbrukas när två aminosyror reagerar | Ja | Nej |
| b. Fosfatjoner frisätts när två aminosyror reagerar | Ja | Nej |
| c. Peptid-gruppen innehåller C, N, O och H och är plan. | Ja | Nej |
| d. Peptid-gruppen är ingen dipol | Ja | Nej |
| e. RNA är ett enzym som katalyserar proteinsyntesen | Ja | Nej |